



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden korkeakoulu
Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos

Heidi Ekholm

Jätevedenpuhdistamot - suunnittelu, toteutus, toiminta

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 25.3.2013

Valvoja: Professori Riku Vahala

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Ari Kangas

Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden korkeakoulu
Rakennus- ja ympäristötekniikan kirjasto

Tekijä Heidi Ekholm

Työn nimi Jätevedenpuhdistamot – suunnittelu, toteutus, toiminta

Laitos Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Professuuri Vesihuoltotekniikka

Professuurikoodi Yhd-73.

Työn valvoja Professori Riku Vahala

Työn ohjaaja(t)/Työn tarkastaja(t) Diplomi-insinööri Ari Kangas

Päivämäärä 25.3.2013

Sivumäärä 87 +7

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tutkimuksen päätavoite oli tutkia jätevedenpuhdistamoiden käytettävyyttä. Tarkoituksena oli koota laitosten kokemuksia, miten suunnitteluratkaisut vaikuttavat laitoksen toimintaan ja miten suunnittelijat huomioivat laitosten käytön suunnittelussa. Lisäksi työssä selvitettiin laitosten ja suunnittelijoiden näkemyksiä siitä, mitkä tekijät vaikuttavat suunnitteluprosessiin ja lopulliseen toteutukseen. Laitoksen toimintaa tarkasteltiin muun muassa operoinnin, kunnossapidon, työturvallisuuden ja tukitoimintojen osalta. Lisäksi kartoitettiin, miten laitoksilla ylläpidetään ammattitaitoa ja mitä erilaisia ulkoisia palveluita laitokset käyttävät.

Tutkimuksessa haastateltiin kymmenen jätevedenpuhdistamon henkilöstöä ja johtoa sekä kolmen yrityksen vesihuollon suunnittelijoita. Haastattelumenetelmänä oli teemahaastattelu. Laitoksien haastatteluteemat liittyivät laitoksen suunnitteluttamis- ja toteutushankkeeseen sekä laitoksen käyttöön. Suunnittelijoiden haastatteluteemat käsitelivät suunnitteluprosessia ja suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen teemoja kehitettiin edelleen laitosten ja suunnittelijoiden yhteisessä seminaarissa.

Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu on tutkimuksen mukaan nykyisellään prosessikeskeistä ja tarkastellut laitokset ovat teknisesti hyvätasoisia. Suunnittelussa tulisi ottaa nykyistä paremmin huomioon huollon ja kunnossapidon tarpeet. Käytettävyys oli otettu huomioon parhaiten laitoksilla, joissa käyttäjät olivat olleet mukana suunnittelussa. Suunnitteluun vaikuttavat teknisten ratkaisujen lisäksi laitoksen ja suunnittelijan toimintatapojen yhteensovittaminen, tiedonkulku, henkilökemia sekä laitoksen ja suunnittelijan kokemus ja osaaminen. Suunnitteluhankkeiden valmistelulla ja määrittelyllä on hankkeen sujuvuuden kannalta suuri merkitys. Hankkeissa on määriteltävä selkeästi eri osapuolten roolit ja tehtävät. Lisäksi oikea-aikainen päätöksenteko edesauttaa hankkeen etenemistä aikataulussa.

Käytettävyyden kriteerit on otettava huomioon jo hankkeen määrittelyvaiheessa. Käytettävyyden huomioon ottaminen helpottaa laitoksen huolto- ja kunnossapitotoita, mikä pitkällä aikavälillä tuo kustannussäästöjä; laitteiden huoltoon kuluu vähemmän aikaa ja ne huolletaan säännöllisemmin. Lisäksi käytävyydeltään hyvillä laitoksilla henkilöstö on motivoituneempaa kehittämään laitoksen toimintaa.

Avainsanat Jätevedenpuhdistamo, suunnittelu, käyttö, haastattelututkimus

Author Heidi Ekholm

Title of thesis Wastewater treatment plants – design, implementation, operation.

Department .

Professorship Water engineering

Code of professorship Yhd-73.

Thesis supervisor Professor Riku Vahala

Thesis advisor(s) / Thesis examiner(s) M. Sc. (Tech) Ari Kangas

Date 25th of March, 2013

Number of pages 87 + 7 **Language** Finnish

Abstract

The main purpose of the research was to find out how usability is taken into account in the plant design process. The aim was to collect the plants' experiences on usability and how design solutions impact the operation of the plants. Also the purpose was to find out what factors affect the design and the construction processes. The operation was examined from the perspective of maintenance, work safety and operation service. The research also investigates how the plants' staff maintains their professional skills and what kind of support services the plants use.

Ten wastewater treatment plants and plant designers from three largest engineering companies in Finland were interviewed. The used method was a semi-structured interview, which is a qualitative method of inquiry. The interview themes for the wastewater treatment plants were the design and construction phase of the plant and operation of the plant. The interview themes for the designers were the design process and what factors affect it. The seminar was organized during the project for the plants and design engineers to promote a dialogue between plants' employees and designers.

According to the result, plant design process concentrates nowadays on the wastewater process design, and all the ten plants are technically of high quality. Service and maintenance should, however, be taken better into account during planning. Usability was taken into account well if operation staff was part of the design team. Teamwork, communication, flow of information, chemistry between project staff, the plant's and the designer's experience and know-how play an important role in the design project. It is also important to prepare and set clear targets for the project. Project staff has to know their role and duties and decisions must be made on time.

Criteria of the usability must be observed in the preparation phase. Usability helps in service and maintenance work, and in the long term it brings economic benefits because it saves time and maintenance is regular. Also staff is better motivated to develop the plant's operation.

Keywords Wastewater treatment plant, design, operation, semi-structured interview

ALKUSANAT

Diplomityö tehtiin Aalto-yliopiston yhdyskunta- ja ympäristötekniikan vesilaboratoriossa. Työ toteutettiin hankkeessa mukana olevien vesihuoltolaitosten ja Vesilaitosyhdistyksen kehittämisrahaston rahoituksella. Hanketta rahoittaneet vesihuoltolaitokset ovat Hangon vesi- ja viemärilaitos, Kokkolan Vesi, Kymen Vesi Oy, Lahti Aqua Oy, Lempäälän kunnan vesihuoltolaitos, Porin Vesi, Porvoon vesi, Raaseporin Vesi, Turun Seudun Puhdistamo Oy ja Vakka-Suomen Vesi Oy. Kiitokset kaikille rahoittajille!

Diplomityön aiheen inspiraationa toimi Pirjo Rantasen kanssa käyty ideointikeskustelu, Ari Kankaan kirja ”Jätevedenpuhdistamojen toiminta ja toteutukset”, sekä oma työkokemukseni vesihuollon laitossuunnittelu- ja konsulttialalta. Työn keskeisenä ajatuksena on vesihuoltolaitosten käytettävyyden kehittäminen käytön kokemuksia hyödyntäen, sekä käytettävyyden huomioimisen edistäminen suunnittelussa. Tämän diplomityön tavoitteena on, että sen tulosten avulla voidaan kehittää Suomen vesihuoltokentän laitoshankkeiden suunnittelua, suunnitteluttamista sekä laitosten toimintaa ja käyttöä.

Tämä diplomityö on poikennut menetelmiltään ja toteutukseltaan perinteisestä tavasta, joten haluan kiittää ohjaajaani Ari Kangasta ja diplomityön valvojaa professori Riku Vahala vapaudesta tehdä erilainen diplomityö. Kiitän erityisesti ohjaajaani Ari Kangasta kiireettömistä diplomityöpalavereista ja hyvästä ohjauksesta. Kiitokset myös Jyrki Kaijalle käytännön näkökulmia tuovista kommenteista työn suunnittelu- ja suunnitteluttamisosuuteen.

Haluan kiittää kaikkia haastatteluihin osallistuneita vesihuoltolaitosten ja suunnittelutoimistojen henkilöitä antoisista ja inspiroivista keskusteluista. Jokainen haastattelu antoi uutta näkökulmaa tähän tutkimustyöhön. Työn yhtenä tärkeänä osana oli 14.11.2012 pidetty seminaari. Kiitän kaikkia seminaariesitysten pitäjiä mielenkiintoisista esityksistä sekä seminaariin osallistujia hyvistä kommenteista ja osallistumisesta aktiivisesti ryhmäkeskusteluun. Suuret kiitokset kuuluvat myös seminaarin puheenjohtajalle Riku Vahalalle, videoimisesta Pirjo Rantaselle sekä järjestelyavusta Mats Riskalle ja Panu Laurelille.

Erityiskiitokset ansaitsee perheeni, joka on auttanut ja tukenut minua tämän työn aikana. Suuret kiitokset rakkaille lapsilleni, jotka ovat jaksaneet kärsivällisesti odottaa, kun ”äidillä on taas kirjoitushommia”. Rakas mieheni Tommi on auttanut ja tukenut minua tämän työn aikana niin arjen pyörytyksessä, kuin antanut ohjeita tieteellisen tekstin tuottamiseen. Kiitokset appivanhemmilleni, jotka oikolukivat työn erittäin tarkkasilmäisesti ja kiitokset myös oikolukutyön sivutuotteena tulleista kommenteista. Kiitos vanhemmilleni tuesta ja avusta opintojeni aikana.

Lopuksi haluan kiittää hauskoista hetkistä ja iloisesta ilmapiiristä koko vesilaboratorion henkilökuntaa. Kiitos siis vertaistuesta vesilaboratorion diplomityöntekijöille: Thomas, Panu, Nasti, Anna ja Mats!

Helsinki 25.3.2013



Heidi Ekholm

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	SUUNNITTELUN KÄSIKIRJOJA	3
2.1	RIL 124-1 Vesihuolto I ja RIL 124-2 Vesihuolto II	4
2.2	Kaupunkiliiton julkaisu B 87 Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu	5
2.3	Design of Municipal Wastewater Treatment Plants, WEF & ASCE	7
2.4	Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse	8
2.5	Standard ATV-DVWK-A 131E.....	8
2.6	IWA ja WEF: Wastewater Treatment Plant Design	9
2.7	Yhteenvedo käsikirjoista.....	10
3	SUUNNITTELUN TEORIA.....	12
3.1	Suunnittelun lähtökohdat.....	12
3.2	Suunnitteluvaiheet.....	14
3.3	Virtaamaennusteet	17
3.3.1	Mitoitusarvot.....	18
3.3.2	Mitoituskertoimet.....	19
3.3.3	Pysyvyyssäyrämenetelmä	20
3.3.4	Mitoitusvirtaaman laskentakaava	20
3.4	Skenaariosuunnittelu	22
3.4.1	Määritelmä ja skenaariotyypit	22
3.4.2	Vesihuollon tulevaisuustutkimus.....	22
3.4.3	Skenaariosuunnittelu jätevedenpuhdistamoilla.....	24
4	MENETELMÄT	27
4.1	Tutkimusmenetelmät	27
4.2	Haastattelut ja seminaari	28
4.2.1	Laitoshaastattelut.....	28
4.2.2	Suunnittelijoiden haastattelut.....	30
4.2.3	Seminaari	31
4.3	Aineiston käsittely	32

5	JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN SUUNNITTELU, TOTEUTUS, TOIMINTA.....	33
5.1	Laitosten haastattelut.....	33
5.1.1	Suunnitteluttaminen	33
5.1.2	Urakointi.....	36
5.1.3	Käyttöönotto.....	37
5.1.4	Takuuaika	37
5.1.5	Prosessi ja operointi	37
5.1.6	Kunnossapito ja huolto.....	39
5.1.7	Työturvallisuus ja työhygienia.....	42
5.1.8	Koulutus.....	43
5.1.9	Ohjeet.....	45
5.1.10	Käyttötuki	46
5.1.11	Laitoksen edut ja tyytyväisyystekijät	47
5.1.12	Laitoksen kehityskohteet	48
5.2	Suunnittelijoiden haastattelut	49
5.2.1	Laitoksen ja suunnittelijan roolit.....	50
5.2.2	Suunnitteluun vaikuttavat tekijät.....	50
5.2.3	Suunnittelun organisointi	52
5.2.4	Hyvän ja huonon suunnitelman tuntomerkit.....	53
5.2.5	Käyttäjälähtöinen suunnittelu.....	54
5.2.6	Laadunvarmistus	57
5.3	Seminaari 14.11.2012.....	59
5.3.1	Suunnittelu	59
5.3.2	Käyttötuki	67
5.3.3	Kunnossapito.....	68
5.3.4	Operointi	70
5.3.5	Ohjeistukset	71
5.3.6	Ulkopuoliset palvelut	72
5.3.7	Koulutus.....	73

5.4	Tutkimustulosten luotettavuuden arviointi.....	74
6	TUTKIMUKSEN YHTEENVETO.....	76
6.1	Suunnittelu.....	76
6.2	Toteutus	78
6.3	Toiminta.....	79
6.4	Suunnittelun hyviä käytäntöjä.....	80
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	82

LYHENTEET

AEL	Ammattienedistämislaitos
ASCE	American Society of Civil Engineers
ATV	Abwassertechnische Vereinigung
AVL	Asukasvastineluku
BAT	Best available technology
BATNEEC	Best available techniques not entailing excessive costs
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EWRI	Environmental & Water Resources Institute
FCG	Finnish Consulting Group
HSY	Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut
IWA	International Water Association
KVR	Kokonaisvastuu-urakka
LVI	Lämpö, vesi, ilmanvaihto
RIL	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto
SIA	Sähkö, instrumentointi, automaatio
SYLKI	Suomen ympäristöopisto
VETO	Vesihuollon johtaminen ja kehittäminen
VVY	Vesilaitosyhdistys
WEF	Water Environment Federation
YVA	Ympäristövaikutustenarviointi

1 JOHDANTO

Jätevedenpuhdistamoiden suunnitteluhankkeet syntyvät tarpeesta laajentaa, saneerata, tehostaa tai rakentaa täysin uusi laitos. Laitoshankkeen taustalla voi olla ympäristöluvan kiristyneet lupamääräykset, viemärintialueen laajentuminen, keskuspuhdistamohanke tai jätevedenpuhdistamon rakenteellinen heikko kunto. Laitoksen suunnitteluhankkeissa tarvitaan monialaista osaamista vesihuoltolaitoksilta ja suunnittelijoilta. Hankkeissa on otettava huomioon myös muut viranomaisvaatimukset, lainsäädännölliset velvoitteet, sidosryhmät ja jätevedenpuhdistamon naapurusto. Laitosten elinkaari on usein hyvin pitkä ja laitosten suunnitteluperspektiivi ulottuu usein 20-30 vuoden päähän, jonka aikana laitoksen toimintaympäristö saattaa muuttua. Laitoksen korkean teknisen tason ja tehokkaan puhdistusprosessin lisäksi laitosten suunnittelussa on otettava huomioon myös laitoksen käyttö.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää jätevedenpuhdistamojen johdon ja käyttöhenkilökunnan kokemuksia suunnitteluhankkeista. Tarkempina kysymyksiä olivat miten suunnitteluratkaisut vaikuttavat laitoksen käyttöön, mitkä tekijät vaikuttavat suunnitteluprosessiin ja -ratkaisuihin ja miten suunnittelijat ottavat huomioon laitosten käytön ja toiminnan suunnitteluratkaisuissa. Työssä kerätään tietoa laitosten toiminnasta käyttöön-oton jälkeen, jotta laitoksia voitaisiin suunnitella ja toteuttaa enemmän huomioiden laitosten todelliset tarpeet eikä mahdollisia ongelmakohtia toistettaisi.

"Jätevedenpuhdistamot – suunnittelu, toteutus, toiminta" – tutkimus perustuu suunnitteluperusteiden kirjallisuusselvitykseen, haastattelututkimukseen ja 14.11.2012 pidettyyn seminaariin. Haastattelututkimuksessa oli mukana kymmenen jätevedenpuhdistamon ja kolmen yrityksen vesihuollon suunnittelijoita. Haastatteluiden teemat kattoivat suunnitteluttamisen, suunnittelun, käyttöönoton, toiminnan ja käyttökokemukset.

Haastatellut jätevedenpuhdistamot olivat 1) Karjaa-Pohjan jätevedenpuhdistamo, Raaseporin Vesi, 2) Hopeakivenlahden jätevedenpuhdistamo, Kokkolan Vesi, 3) Kariniemen jätevedenpuhdistamo, Lahti Aqua Oy, 4) Suursuon jätevedenpuhdistamo, Hangon vesi- ja viemärilaitos, 5) Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo, Porin Vesi, 6) Hápönniemen jätevedenpuhdistamo, Vakka-Suomen Vesi Oy, 7) Mussalon jätevedenpuhdistamo, Kymen Vesi Oy, 8) Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo, Turun Seudun Puhdistamo Oy, 9) Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoon vesi ja 10) Lempäälän jätevedenpuhdistamo, Lempäälän kunnan vesihuoltolaitos. Suunnittelijoiden haastatteluissa oli mukana Finnish Consulting Group Oy:n, Ramboll Finland Oy:n ja Pöyry Finland Oy:n vesihuollonsuunnittelijoita. Jotta haastattelut eivät olisi jääneet vain haastattelijan ja haastatteluryhmän väliseksi

vuoropuheluksi järjestettiin seminaari, jossa käsiteltiin samoja teemoja ja haastatteluissa tärkeiksi koettuja aiheita

Diplomityöstä on rajattu pois urakointi ja prosessiyksikötason tarkastelut. Haastatteluissa ei ole mukana urakoitsijoita eikä kirjallisuusosassa ole käsitelty rakentamisvaihetta. Työssä käsitellään urakointia, mikäli aiheita on käsitelty suunnittelijoiden ja laitosten haastatteluissa tai seminaarissa 14.11.2012. Kaikkia eri suunnittelualoja, suunnitteluhankkeessa laadittavia suunnitelmia sekä näiden merkitystä kokonaisuuteen ei ole käsitelty. Prosessitekniikoiden ja yksikköprosessien käsittely on rajattu pois, koska vuoden 2013 aikana valmistuu kansallinen yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen BAT – selvitys. Suomen ympäristökeskuksen koordinoiman BAT – selvityksen tavoitteena luoda yhtenäisempi näkemys parhaasta käytettävissä olevasta tekniikasta (Vilpas 2012). Diplomityö ja BAT – selvitys sivuavat ja tukevat toisiaan. BAT - hankkeessa selvitetään BAT - määrittelyn mukaiset nykyiset ja tulevat tekniikat ja diplomityössä tavoitteena on selvittää laitosten käytettävyyttä.

Diplomityössä käsitellään jätevedenpuhdistamoiden elinkaarta: suunnitteluvisiosta laitoksen toteutusratkaisuihin ja laitoksen käyttöön. Tutkimuksessa kartoitettiin jätevedenpuhdistamoiden suunnittelun ja toteutuksen hyviä käytäntöjä sekä mahdollisia kehittämiskohteita. Työn taustalla on ajatus, että käytettävyyden huomioiminen tuo pitkällä aikavälillä kustannussäästöjä ja parantaa työympäristön viihtyvyyttä. Haastattelututkimuksen yhtenä tavoitteena on herättää suunnittelijat ja laitokset huomioimaan laitosten käytettävyys ja hyödyntämään laitosten käytön kokemuksia. Laitosten ja suunnittelijoiden parantuneen tiedonvaihdon kautta voitaisiin hyödyntää informaatiota siitä, miten suunnittelussa tehdyt ratkaisut vaikuttavat laitoksen käyttöön ja käytännön toimintaan. Tämä diplomityö avaa keskusteluyhteyden käyttäjien ja suunnittelijoiden välillä sekä kehittää sen kautta laitosten suunnittelua ja käyttöä.

Tutkimuksen kirjallisuusosuudessa käsitellään suunnittelun lähtökohtia. Suunnittelussa ja mitoituksessa käytetään suunnittelijoiden omien suunnittelukäytäntöjen lisäksi erilaisia suunnittelukäsikirjoja. Useimpien suunnittelijoiden teoreettinen osaaminen perustuu alan käsikirjoihin. Tutkimuksessa arvioidaan eri suunnittelukäsikirjoja kootusti ja selvitettiin, miten käsikirjoissa määritetään mitoitusvirtaamat ja virtaamaennusteet. Virtaamaennusteiden laatimiseen perustuvalle suunnittelulle työssä esitetään vaihtoehtona skenaariosuunnittelua. Työssä on selvitetty, miten Suomessa on tutkittu vesihuollon tulevaisuutta ja onko näissä viitteitä skenaarioajatteluun.

2 SUUNNITTELUN KÄSIKIRJOJA

Jätevedenkäsittelyn käsikirjoja käytetään suunnittelussa, laitoksilla ja opetuksessa. Useimmat vesihuollon ammattilaiset ovat saaneet teoreettisen pohjan suunnittelukäsikirjoista. Suunnittelukäsikirjoista on valittu kuusi kirjaa, joita Suomessa käytetään tai joihin suomalaiset suunnittelukäytännöt pohjautuvat. Kirjoja tarkastellaan, miten ne soveltuvat suunnittelijoiden, laitosten ja opetuksen käyttöön.

Tarkasteluun on valittu kaksi suomalaista käsikirjaa. Suomen rakennusinsinöörien liiton julkaisema kaksiosainen käsikirja edustaa uusinta Suomessa julkaistua alan suunnitteluopasta (RIL 124-1 2003, RIL 124-2 2004). Muut jätevesialan suomenkieliset ajan tasalla olevat julkaisut ovat tietyn aiheen erillisselvityksiä tai ne on laadittu opetuksen, ympäristövalistuksen tai tiedotuksen tarpeisiin. Vesitalouslehti julkaisee suomalaisten vesihuollon ammattilaisten kirjoittamia artikkeleita suomeksi. Suomalaisen vesihuollon kannalta on tärkeää, että kattavaa ja ajantasaista kirjallisuutta löytyy suomeksi, koska joskus vieraskielisen kirjallisuuden lukeminen saattaa olla kynnyskysymys. Jatkossakin opiskelijoiden tulee osata jätevedenpuhdistuksen termit ja sanasto suomeksi. Ilman suomenkielisiä julkaisuja jätevesisanasto köyhtyy. Toiseksi suomenkieliseksi kirjaksi valittiin kaupunkiliiton 1980 julkaisema jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu. Kaupunkiliiton julkaisu kuvaa, mihin suunnittelu- ja mitoitus on pohjautunut 1980-luvulla (Kaupunkiliitto 1980). Näitä vertaamalla voidaan selvittää, miten Suomessa annetut ohjeet ovat muuttuneet.

Eurooppalaista suunnitteluoppaista valittiin saksalainen aktiivilieteprosessin suunnittelu-standardi ATV-DVWK-A 131E (ATV-DVWK 2000), joka on yksi Saksan vesihuolto-, jätevesi- ja jätehuoltojärjestön (DWA) julkaisemista standardeista. Yhdysvaltalaisista käsikirjoista valittiin Suomessa yleisesti käytössä oleva Metcalf & Eddyn käsikirja "Wastewater Engineering, Treatment and Reuse" (Metcalf & Eddy Inc. 2003), joka on julkaistu vuonna 2003. Kansainväliset vesihuoltoalan yhdistykset ja liitot julkaisevat käsikirjoja ja näistä on valittu tarkasteluun Water Environment Federation- liiton ja American Society of Civil Engineers - yhdistyksen yhdessä julkaisema kolmiosaisen käsikirja (WEF 2010a, WEF 2010b, WEF 2010c, Metcalf & Eddy Inc. 2003) sekä International Water Association - yhdistyksen kirja Wastewater Treatment Plant Design (IWA 2003).

Käsikirjat arvioitiin sen mukaan, mitä kirjan julkaisija on kirjassa kertonut käyttötarkoituksesta, aihepiireistä ja mihin kirjan tiedot perustuvat. Kaikki valitut käsikirjat arvioitiin tiedonhaun, luettavuuden ja käytettävyyden mukaan. Lisäksi tarkasteltiin, mihin käyttöön kirja soveltuu. Kirjojen yhteenvedossa (Taulukko 1) on tarkasteltu, miten hyvin eri kirjat soveltuvat opetuksen, suunnittelun ja laitoksen operoinnin käyttöön sekä mitä tietoa eri ryhmät mahdollisesti tarvitsevat kirjoista.

2.1 RIL 124-1 Vesihuolto I ja RIL 124-2 Vesihuolto II

Rakennusinsinöörien Liiton vesihuollon käsikirjat RIL 124 Vesihuolto I ja II perustuvat vuonna 1968 julkaistuun käsikirjaan Maa- ja vesirakennus. Vuoden 1968 painoksen loputtua käsikirja julkaistiin viitenä erillisenä osana, joista vuonna 1973 osa 2 (RIL 93) käsitteli vesihuoltoa. RIL julkaisi vuonna 1981 käsikirjan RIL 124 Vesihuolto, jossa käsiteltiin vesihuoltoa laajana kokonaisuutena – vesi- ja viemärlaitoksista vesiensuojeluun. Vesihuolto-käsikirjan sisältö oli ajansaatossa laajentunut niin paljon, että 2000-luvun painos jaettiin kahteen osaan RIL 124-1 ja RIL 124-2. (RIL 124-1 2003, RIL 124-2 2004)

Rakennusinsinöörien Liiton tavoitteena oli laatia kattava vesihuoltoalan käsikirja ja kirjojen RIL 124-1 ja RIL 124-2 tarkoitus on helpottaa ammattilaisten toimintaa. Kirjat ovat suunnattu rakennuttajille, suunnittelijoille, rakentajille ja laitoksen ylläpidolle. Liiton mukaan kirja soveltuu hyvin myös oppikirjaksi korkeakouluille. Ainoana ajantasaisena suomenkielisenä perusteoksena kirjat ovat käytössä laitoksilla, urakoitsijoilla, suunnittelijoilla ja opetuksessa.

Ensimmäinen osa RIL 124-1 Vesihuolto I käsittelee vesihuollon taustatietoja ja teoreettisia perusteita. Jätevedenpuhdistamoiden osalta ensimmäisessä osassa kuvataan jätevedenpuhdistuksen kehitystä Suomessa, viemärlaitoksen tehtäviä ja jäteveden laatua. Käsikirjan ensimmäinen osa toimii suunnitteluun ja mitoittamiseen keskittyvän osan II tausta- ja teoriapohjana hydraulikan ja veden ominaisuuksien osalta. (RIL 124-1 2003)

Jätevedenkäsittely ja suunnittelu jakautuvat kirjan toisessa osassa RIL 124-2 Vesihuolto 2 kolmeen teemaan, joista ensimmäinen käsittelee yksikköoperaatiota sekä päälaitteita, toinen osa jätevedenkäsittelyprosessien suunnittelua sekä mitoittamista ja kolmas osa hallinnon, suunnittelun, rakentamisen, ylläpidon ja käytön toteutusta (RIL 124-2 2004). Kirjassa on huomioitu eri osapuolten tarpeet, koska siitä löytyy mitoitusarvoja suunnittelijoille, yleisiä prosessikuvauksia opiskelijoille sekä laitoksen käyttöön ja suunnitteluttamiseen liittyviä asioita laitoksille. Lisäksi kirjassa on hyvää yleistietoa vesihuollosta kaikille aiheesta kiinnostuneille.

Vaikka kirjassa on paljon hyödyllistä tietoa, niin sen löytäminen on toisinaan hidasta ja kirjassa voi mennä sekaisin talousveden ja jäteveden käsittelyn asiat. Kirjassa käsitellään kaikki yksikköoperaatiot omissa kappaleissaan, eikä siinä ole tarkasti kerrottu, mikä liittyy talousveteen ja mikä jäteveteen. Kirjan termistö aiheuttaa sekaannusta. Kirjassa käytetään talousvettä valmistavista laitoksista nimikettä vesilaitos ja jossakin yhteyksissä vesilaitos ymmärretään olevan yleisnimi vedenkäsittelylle, jätevedenpuhdistukselle sekä verkostoille. Yleisen nimikkeen käyttö saattaa aiheuttaa, että otsikon vesilaitos alta etsitään

myös tietoa jätevedenpuhdistuksesta. Jätevedenpuhdistamoista kirjassa käytetään nimeä viemärilaitos, joka on ehkä vanhahtava nimitys.

Aakkosellinen hakemisto ei ole riittävän kattava eikä hakemistossa ole sanojen synonyymejä. Kirjassa ei ole esitetty samassa kohdassa prosessiyksiköiden toimintaa ja mitoitus- ja kokonaiskäsityksen saadakseen lukijan täytyy etsiä tiettyyn yksikköoperaatioon liittyen tietoa kirjan eri osista, joka vaikeuttaa luettavuutta ja kokonaiskäsityksen muodostamista. Kirjassa on aina jokaisen suuremman kokonaisuuden jälkeen kirjallisuusluetteloa, mutta tekstissä ei ole viittauksia kirjallisuuteen. Tämä on melko yleinen käytäntö, mutta toisinaan ammattilaiset ja asiantuntijat saattavat haluta tietää tarkemmin, mihin kirjan tiedot perustuvat.

RIL 124-2 Vesihuolto II kirjassa on yksiselitteiset ja informatiiviset kuvat ja taulukot. Yksikköprosessien osalta kuvista saa hyvän käsityksen, miten prosessi toimii ja mistä eri osista se koostuu. Kirjassa on hyviä taulukoita, joista löytää kootusti mitoitusarvoja ja eri prosessien valintaan vaikuttavia tekijöitä. Kirjan kuvat ja taulukot on laadittu kaikkialla samalla tyyllillä, mikä tekee kirjan ulkoasusta insinöörimäisen. Taulukoiden ja kuvien otsikot ovat kuvaavat ja erottuvat hyvin muusta tekstistä.

Rakennusinsinöörien liiton käsikirjat ovat saavuttaneet kirjan alkusanoissa mainitun tavoitteen helpottaen vesihuollon toimijoita. Kirjan tekstejä uudelleen järjestelemällä ja termejä enemmän määrittelemällä kirjasta tulisi toimivampi. Kirjan viimeisin uudistettu painos on vuosilta 2003 ja 2004. Vesihuoltoala muuttuu koko ajan, joten alan kehityksen kannalta, käsikirjan toivoisi uusiutuvan 10–15 vuoden välein.

2.2 Kaupunkiliiton julkaisu B 87 Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu

Suunnittelukäsikirjojen vertailuun haluttiin saada jokin vanhempi suunnitteluopas, jotta voidaan tarkastella, miten jätevedenpuhdistamoiden suunnittelukäsikirjat ovat kehittyneet. Kaupunkiliiton julkaisu B 87 jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu on vuodelta 1980. Kirjan tavoite on ohjata keskuspuhdistamoille soveltuvaa prosessivalintaa, jotta laitokset olisi suunniteltu ja mitoitettu vastaamaan tarkoituksen mukaista tasoa. Kirjassa ei ole määritetty tarkasti teknisiä ratkaisuja, vaan annettu suunnittelu- ja mitoitusohjeita. Ohjeiden laatimisessa on pyritty huomioimaan tulevaisuus siten, että ohjeita voisi käyttää useita vuosia. Kirja on suunnattu suunnittelijoille, rakennuttajille, rakentajille ja muille jätevedenpuhdistamoista tietoa tarvitseville. (Kaupunkiliitto 1980)

Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu –kirjassa on käsitelty jätevedenpuhdistamon yksikköprosessit, niiden valintaperusteet ja mitoitusarvot, yleisiä suunnitteluperusteita sekä laite- ja rakenneteknisiä ohjeita. Suunnitteluohjeiden lisäksi kirjassa on hyviä näkökulmia virtaamaennusteiden laatimiseen, kuten mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon ennusteiden luottavuuden arvioimisessa. Kirjassa on huomioitu laitosten käytettävyyttä ja miten suunnitteluratkaisuilla voidaan parantaa toimintavarmuutta, työturvallisuutta ja työolosuhteita. Käytettävyyttä on oppaan mukaan tärkein suunnittelukriteeri, esimerkiksi koneistojen osalta mainitaan: *”Valittaessa koneistoa tiettyyn käyttötarkoitukseen ovat tärkeimpänä perusteena tavanomaisessa laituskäytössä saadut kokemukset.”* Jo 1980-luvulla on käsitelty, mistä laitokselle saadaan osaavaa käyttö- ja kunnossapitohenkilökuntaa ja kirjassa on pohdittu ulkoistamista ja yhteistoimintaa muiden laitosten kanssa. (Kaupunkiliitto 1980) Vaikka Kaupunkiliiton suunnittelukäsikirja on suppeampi kuin Rakennusinsinöörien liiton käsikirjassa RIL 124-2 Vesihuolto II, niin tarkastelunäkökulma on laajempi. RIL:n kirjan näkökulma on tekninen ja Kaupunkiliiton kirjassa neuvotaan huomioimaan teknisissä ratkaisuissa myös käyttöhenkilökunnan kokemukset.

Kaupunkiliiton jätevedenpuhdistamokirjan rakenne on kokonaisuudessaan helppokäyttöinen. Sisällysluettelon lyhyet ja kuvaavat otsikot helpottavat tiedon etsimistä, jonka varassa tiedonhaku on, koska kirjassa ei ole aakkosellista hakemistoa. Sisällysluettelossa eri käsittelymenetelmät on jaettu pääotsikoiden alla, jotka erottuvat lihavoinnin ansiosta muista otsikoista. Kirjan alussa on listattu kirjassa käytetyt merkinnät, symbolit, yksiköt ja niiden selitys sekä mitoitusparametrien laskentakaavat. Nämä helpottavat kirjan luettavuutta ja ovat avuksi erityisesti henkilöille, joille alan merkinnät ja termit ovat vieraampia. Kirjan kuvat ja taulukot ovat ulkoasultaan siistejä ja informatiivisia. Kirja on ollut yhtenä lähteenä RIL:n (RIL 124-2 2004) suunnittelukäsikirjassa, jossa on hyvin samanlaisia kuvia ja taulukoita.

Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu –kirja (Kaupunkiliitto 1980) on enemmän suunnattu alan ammattilaisille kuin RIL:n käsikirjat (RIL 124-1 2003, RIL 124-2 2004). Kaupunkiliiton kirjassa on asiat esitetty suppeammin eikä kirjassa paljon selitetä taustoja. Kaupunkiliiton julkaisussa on eri yksikköprosessien mitoitus esitetty lyhyesti ja tiiviisti. Osa mitoitusarvoista on esitetty tekstissä, joten lukijan täytyy etsiä tarvittavat arvot taulukoiden lisäksi tekstistä. Loogisempaa olisi, jos kaikki mitoitusarvot olisivat taulukoissa. Kirjasta löytyy kuitenkin paljon ajattomia ja hyviä suunnittelukäytäntöjä, jotka olisi syytä ottaa uudelleen käyttöön.

2.3 Design of Municipal Wastewater Treatment Plants, WEF & ASCE

Tarkasteltavista jätevedenpuhdistamoiden suunnittelukäsikirjoista laajin on kansainvälisen Water Environment Federation WEF:n, amerikkalaisen American Society of Civil Engineers ASCE:n ja Environment & Water Resources Institute EWRI:n julkaisema kolmeosainen kirja "Design of Municipal Wastewater Treatment Plants" (WEF Manual of Practice No.8, ASCE manuals and reports of engineering practice No.76). Kirja on myös tarkasteltavista käsikirjoista uusin, sillä sen viides painos on julkaistu vuonna 2010. Kirja on jaettu kolmeen osaan, joista ensimmäinen osa käsittelee yleisesti suunnittelun perusteita ja kaikille laitoksille soveltuvia periaatteita. Osat kaksi ja kolme keskittyvät prosessiyksiköiden toimintaan, suunnitteluun ja mitoitukseen, osa kaksi käsittelee vesiprosessia ja osa kolme liete-prosessia. Käsikirjan laajuutta kuvaa, että kokonaisuudessa kirjassa on 3 000 sivua, 27 eri kappaletta, joista jokainen keskittyy yhteen aiheeseen ja kirjoittajia ja tarkistajia on ollut yli 300. (WEF 2010a, WEF 2010c)

Kirjassa on paljon kuvia tekstin tueksi, mikä helpottaa prosessiyksiköiden toiminnan hahmottamista. Osa kuvista on sameita ja vaikuttavat muista lähteistä suoraan skannatuilta; kuvissa on alkuperäisen kuvan lähde. Ammattimaisempi lopputulos olisi ollut, jos kaikki kuvat olisi muokattu samalla tyypillä eikä käytetty eri lähteiden kuvia suoraan. Kirjassa ei ole kuvien osalta yhtenäistä tyyliä.

Kirjan ensimmäisen osan lähestymistapa suunnitteluun on erilainen muihin käsikirjoihin. Teknisten faktojen lisäksi kirjassa käsitellään muun muassa suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä, käsitellään suunnittelun eri osapuolten tehtäviä ja käsitellään myös tulevaisuuden trendejä. Kirjan ote suunnitteluun on humanistisempi, koska suunnittelun osalta useassa kohtaa painotetaan huomioimaan laitoksen lähiympäristöä, sidosryhmiä ja käyttäjien näkemyksiä.

Kirjassa on alussa yleissisällysluettelo, jossa on pääotsikot. Jokaisen luvun kohdalla on tarkempi sisällysluettelo. Pääsisällysluettelon avulla ei päässyt selville, mitä kaikkea luku pitää sisällään, joten kirjan alussa olisi hyvä olla seikkaperäisempi sisällysluettelo. Suunnittelun osalta kirjassa on paljon mitoitus-esimerkkejä ja eri prosesseja on käsitelty laajasti. Kirjan käytettävyyden kannalta ulkoasun siisteyttä ja eri asioiden esitystapaa voisi kehittää, koska nykyisellään mitoitus-esimerkit ja yhteenvedot eivät erotu perustekstistä. Toimintojen mitoitus-suunnittelua varten kirjaa tulisi käyttää useasti, jotta siitä löytäisi nopeasti tarvittavat tiedot. Kaikki tarvittavat tiedot käsikirjassa varmasti on, mutta niiden esitystapaa kehittämällä tiedon löytäminen olisi tehokkaampaa.

2.4 Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse

Wastewater Engineering Treatment and Reuse -käsikirja on nimensä mukaisesti insinööritieteen kirja. Se on prosessikeskeinen ja keskittyy jätevedenpuhdistamon yksikköprosessien mitoittamiseen ja suunnitteluun. Laitoksen yleisiä suunnittelukäytäntöjä, rakentamista ja käyttöä ja operointia kirjassa ei ole käsitelty. Se soveltuu hyvin prosessisuunnittelijan käsikirjaksi ja opetuskäyttöön. Kirjan alussa on opetuksen tueksi laadittu viisi esimerkkiä, missä laajuudessa ja mihin painottuen kirjaa voisi hyödyntää opetuksessa. Lisäksi siinä on paljon tehtäviä ja laskuesimerkkejä, jotka auttavat lukijaa ymmärtämään teoriaa paremmin. (Metcalf & Eddy Inc. 2003).

Kirjassa on yli 300 taulukkoa, joissa on kootusti muun muassa suunnitteluparametrit, mitoitusarvot. Lisäksi tekstin tueksi on kuvia, kuvaajia ja kaaviokuvia yli 570. Kaikki nämä yhdessä tekstin kanssa muodostavat hyvän kokonaisuuden. Luettavuuteen on panostettu, koska kaikki esimerkit ovat harmaalla pohjalla ja erottuvat muusta tekstistä. Kuvat ja taulukot on kautta linjan tehty samalla tyylillä ja fontilla. Sisällysluettelossa pääotsikot ovat tummennetulla ja suuremmalla tekstillä, alaotsikot ovat numeroita ja kolmas otsikkotaso on kursivilla. Sisällysluettelosta on helppo etsiä tiedot. Lisäksi tiedon hakua helpottaa kattava aakkosellinen hakemisto. Jotta kirjassa ei tarvitse selata alun sisällysluetteloon tai taakse aakkoselliseen hakemistoon, on jokaisen luvun edessä vielä luvun oma sisällysluettelo. Metcalf & Eddy:n käsikirja on ulkoasultaan siistimpi ja helppokäyttöisempi kuin WEF:n ja ASCE:n käsikirja, mutta aihealueeltaan rajatumpi. Metcalf & Eddy soveltuu paremmin opetukseen ja opiskelijoille, kun taas WEF:n ja ASCE:n kirjaa voivat hyödyntää laajemmin useat eri vesihuoltoalan ammattilaiset kuten laitokset, rakennuttajat, urakoitsijat, tutkijat ja muut sidosryhmät.

2.5 Standard ATV-DVWK-A 131E

Saksalainen standardi ATV-DVWK 131E Dimension of Single-Stage Activated Sludge Plants on yksiselitteinen ohje aktiivilieteprosessin mitoittamiseen. ATV-DVWK-standardeja on myös muidenkin yksikköprosessien mitoittamiseen, mutta standardien esitystapa on samankaltainen, joten tarkasteluun valittiin vain yksi mitoitusstandardi.

Standardi on suunnitteluoppaista lyhyin, koska se keskittyy vain biologisen reaktorin eli ilmastusaltaan ja jälkiselkeytyksen prosessimitoitukseen. Opas ei ole oppikirja, vaan tarkoitettu suunnittelijoille. Standardissa ei selitetä taustoja, vaan annetaan mitoitusohjeet. Sen ulkoasu on yksinkertainen. Standardissa on oma kappale tekijöistä, jotka tulee ottaa huomioon mitoituksessa suunnittelun ja operoinnin osalta.

Standardin käytetyt merkinnät ja symbolit ovat samankaltaisia kuin Kaupunkiliiton julkaisussa. Luultavasti julkaisussa on käytetty mallina vanhempia standardeja, koska Kaupunkiliiton julkaisussa on lähteenä 70-luvun ATV:n standardeja. Suomalaisten jätevedenpuhdistamoiden suunnittelun mallien voisi olettaa olevan saksalaisissa ATV:n standardeissa, koska standardin taulukot ja kuvat ovat hyvin samanlaisia ja osa täysin samoja kuin Kaupunkiliiton (Kaupunkiliitto 1980) ja RIL:n 124-2 (RIL 124-2 2004) julkaisuissa.

2.6 IWA ja WEF: Wastewater Treatment Plant Design

International Water Association on julkaissut vuonna 2003 oppikirjaksi tarkoitetun kirjan Wastewater Treatment Plant Design, jonka päälähteenä on käytetty WEF:n käsikirjan Municipal Wastewater Treatment Plant Design vuoden 1998 painosta. Kirjan esipuheessa kerrotaan, että kirja soveltuu korkeakoulujen käyttöön ja opiskelijoiden perustietoina tulisi olla ympäristötekniikan perusteet sekä virtaustekniikan tai hydraulikan kurssi. Kirjan toimittaja Aarne Vesilind kuvaa, että WEF:n kattavan oppaan lyhentäminen oli haastavaa ja oppikirjaan on pyritty kasaamaan opiskelijan kannalta oleelliset tiedot. Kirjassa on pyritty käyttämään termejä johdonmukaisesti, jotta opiskelijoille ei tule termistön takia väärinymmärryksiä.

Vesilind on onnistunut tiivistämään WEF:n kolmiosaisen käsikirjan yksiin kansiin. Kirja ei ole liian painava kuljetettavaksi luennoilla mukana, joka opiskelijan kannalta tärkeä kriteeri. Kirjassa on paljon tiivistä tekstiä, mutta se on helposti luettavaa ja kirjassa selitetään asiat ymmärrettävästi. Jokaisen luvun lopussa on yhteenveto, joka on kirjoitettu elävästi ja jossa on viittauksia kaunokirjallisuudesta Rooman mytologiaan. Yhteenvedon jälkeen on vielä lähdeluettelo ja luvussa käytetyt symbolit ja niiden selitys. Symboliluettelon luontevampi paikka voisi olla luvun alussa.

Kaikki mitoitussarvoja ei ole taulukoitu, mutta luettavuuden kannalta kaikki mitoitussarvot olisi hyvä olla taulukossa – vain osa mitoitussarvoista on taulukoitu. Tekstin tueksi kirjassa on kuvia, joista osa on niin tummia ja teksti pientä, että niistä on vaikea saada selvää. Sisällysluettelossa eri otsikkotasot on toteutettu sisennyksillä, mutta tasot erottuisivat ehkä paremmin numeroilla tai erilaisella fontilla. Kirjassa ei ole perinteistä sivunumerointia, vaan numeroinnin logiikka on luku-luvunsivunumero esim. 15-8 tarkoittaa luvun 15 sivunumero 8. Kirjassa on sisällysluettelon lisäksi tiedon hakua varten aakkosellinen hakemisto. Kirja on kokonaisuudessa hyvä ja kattava oppikirja, jossa on käsitelty kaikki aihealueet suunnitteluprosessista laitoksen käyttöön, laitoshydrauliikkaan ja yksikköprosessien suunnitteluun. Kirja ei toimi käsikirjana, josta tarkistetaan nopeasti asioita.

2.7 Yhteenveto käsikirjoista

Käsikirjoja arvioitiin, miten hyvin ne soveltuvat suunnitteluun, laitosten käyttöön sekä opetukseen opiskelijoille ja opetushenkilökunnalle. Taulukossa 1 on esitetty kootusti arviot käyttötarkoituksesta. Suurin osa suunnittelun käsikirjoista on suunnattu suunnittelijoille. Suunnittelun osalta kirjojen soveltuvuutta arvioitiin sen mukaan, miten kirjoissa on esitetty virtaamaennusteiden laatiminen, mitoitusarvoja ja tietoa eri yksikköprosesseista, huomioiden edistyneet tekniikat ja Suomessa vähemmän käytössä olevat tekniikat. Lisäksi suunnittelun teknisten tietojen lisäksi arvioitiin, miten uudet näkökulmat ja tulevaisuuden näkymät on huomioitu. Kattavin suunnittelijoille soveltuva kirja on WEF:n kolmiosainen käsikirja (WEF 2010a, WEF 2010b, WEF 2010c). Se on vertailtavista käsikirjoista uusin, joten tämän kirjan tulevaisuuden näkymät ja esitelty tekniikka on ajantasaisinta. Suunnittelijan perusmitoitus oppaana toimii WEF:n kirjaa paremmin Metcalf & Eddyn käsikirja, koska se on helppokäyttöisempi. Molemmissa kirjoissa on etuna, että niistä on julkaistu säännöllisesti uusittuja painoksia, joten niitä pidetään ajantasaisina. Suomalaisia suomeksi kirjoitettua 2000-luvulla kirjoitettuja suunnitteluoppaita on vain RIL:n vesihuolto 1 ja 2, jonka osasta kaksi löytyy hyviä mitoitusaulukoita (RIL 124-2 2004). Kaupunkiliiton julkaisema ”Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu” (Kaupunkiliitto 1980) on vanhin tarkasteluun valittu kirja, mutta sen esitystapa on johdonmukainen ja käytännönläheinen. Kirjassa on huomioitu teknisen suunnittelun lisäksi laitoksen käyttöympäristö ja käytettävyyks. Tämän kaltainen teos pitäisi päivittää ajantasaiseksi, koska se olisi hyödyllinen teos suomalaisille jätevedenpuhdistuksen ammattilaisille. Saksalainen mitoitusstandardi soveltuu, jos halutaan yksiselitteinen ohje, miten suunnitellaan jokin tietty yksikköprosessi (ATV-DVWK 2000). IWA:n suunnittelukirja on oppikirja, joten se soveltuu suunnitteluun vähiten (IWA 2003).

Laitoksille useimmat suunnittelukäsikirjat eivät sovellu kuin antamaan hyvää teoretietoa laitoksen suunnittelusta ja tietoa yksikköprosesseista. Laitoksien käyttöä varten on olemassa omat käsikirjat operointiin, mutta niitä ei tässä työssä otettu mukaan tarkasteluun. Laitokselle soveltuvuuden kriteereinä osalta oli, miten käsikirjoissa on esitetty suunnitteluprosessi ja suunnitteluttaminen, löytyvätkö hyvät kuvaukset eri prosessiyksiköistä sekä onko tietoa kemikaloinnista, operoinnista, kunnossapidosta ja työolosuhteisiin vaikuttavista tekijöistä kuten työhygieniä ja -turvallisuus. Laitoksien kannalta soveltuvin suunnitteluopas on WEF:n käsikirjan ensimmäinen osa, jossa on kuvattu suunnittelun perusteita, lähtökohtia ja suunnitteluttamista (WEF 2010a). Laitoksen operointia ja käyttöä sivutaan kaikissa suunnitteluoppaissa, mutta niistä on kuvaukset melko yleisellä tasolla.

Opetuksen ja erityisesti opiskelijoiden kannalta suunnittelukäsikirjan tulee keskittyä perusteisiin ja esitystavan tulee olla yksiselitteinen. Opetuksen osalta tärkeitä aiheita ovat jäteveden koostumus ja muodostuminen, mitkä ovat puhdistusprosessin mekanismit ja yleisempien prosessiyksiköiden kuvaus. IWA:n käsikirja täyttää hyvin opetukselle asetetut kriteerit, mutta esimerkiksi suunnitteluharjoituksia varten Metcalf & Eddyn käsikirjassa mitoitusravot ovat helpommin löydettävissä. RIL:n käsikirjan johdannossa mainitaan, että kirja soveltuu myös opetuskäyttöön ja kirjasta löytyy paljon perusasioita jätevedenpuhdistuksesta, mutta hieman sekavan esitystavan vuoksi se soveltuu vasta, kun opiskelijoilla on perustiedot jätevedenpuhdistuksesta. WEF:n käsikirjasarja on erinomainen lähde opetushenkilökunnalle, jos tavoitteena on ottaa opetukseen muutakin näkökulmaa kuin teknisiä lähtökohtia.

Taulukko 1: Suunnittelukäsikirjojen yhteenveto ja eri käsikirjojen soveltuvuus eri käyttöön.

Kirja	Suunnittelu	Laitos	Opetus
RIL	<ul style="list-style-type: none"> Suunnittelijan suomenkielinen perusteos 	<ul style="list-style-type: none"> Ainoa ajantasainen kirja suomeksi Operointi ja käyttö näkökulma on suppea 	<ul style="list-style-type: none"> Ainoa ajantasainen kirja suomeksi Hyvät taulukot ja kuvat, jotka tukevat oppimista
Kunta-liitto	<ul style="list-style-type: none"> Aikanaan ollut hyvä perusteos Hyviä näkökulmia suunnitteluun 	<ul style="list-style-type: none"> Hyvää perustietoa laitoksista lyhyesti ja kootusti esitettynä 	<ul style="list-style-type: none"> Aikanaan ollut hyvä teos laitosten mitoittamiseen Termit ja merkinnät esitetty yksiselitteisesti
WEF	<ul style="list-style-type: none"> Ajantasainen kirjasarja, jossa mukana myös tulevaisuuden visio Mitoitusarvojen lisäksi suunnittelun perusteita Uusia näkökulmia myös kokeneille 	<ul style="list-style-type: none"> Tietoa koko suunnitteluhankkeesta ja miten siihen tulee valmistautua – erityisesti miten käytettävyyttä tulee ottaa huomioon Hyvää taustatietoa suunnitteluttamiseen 	<ul style="list-style-type: none"> Hyvä ja laaja kirjasarja käsikirja kirjastoon Ajantasainen ja mukana tulevaisuuden näkymiä Soveltuu usean eri kurssin taustamateriaaliksi
Metcalf & Eddy	<ul style="list-style-type: none"> Perusteellinen ja helppokäyttöinen Hyvä perusteos erityisesti nuorille suunnittelijoille 	<ul style="list-style-type: none"> Kirja ei käsittele laitoksen käyttöä, mutta toimii hyvänä perusteoksena laitoksen prosessista kiinnostuneelle 	<ul style="list-style-type: none"> Johdonmukainen ja helppolukuinen Paljon mitoitus-esimerkkejä ja tehtäviä
ATV-DVWK	<ul style="list-style-type: none"> Mitoitusstandardi prosessisuunnittelijoille 	<ul style="list-style-type: none"> Standardi ei käsittele laitoksen käyttöä 	<ul style="list-style-type: none"> Ei sovellu oppikirjaksi Voidaan käyttää suunnitteluharjoituksessa esimerkkinä
IWA	<ul style="list-style-type: none"> Liian suppea suunnittelijalle 	<ul style="list-style-type: none"> Hyvä perusteos jätevedenpuhdistuksesta kiinnostuneille käyttäjille Kirjassa ei käsitellä laitoksen operointia 	<ul style="list-style-type: none"> Oppikirja Perusteet ja termit selostettu ymmärrettävästi Käsittelee laitossuunnittelun eri osa-alueita

3 SUUNNITTELUN TEORIA

Suunnittelun teoriaosuus koostuu suunnittelun lähtökohtien esittelystä, miten suunnittelussa tulee varautua tulevaisuuteen sekä mistä eri vaiheista suunnitteluprosessi koostuu. Laitosten mitoitusravot perustuvat ennusteisiin, joiden laatimiseen on esitetty erilaisia tapoja suunnittelukäsikirjoissa. Vaihtoehtoisena mitoituserusteena ennusteille esitellään skenaariosuunnittelu.

3.1 Suunnittelun lähtökohdat

Jätevedenkäsittelyn lähtökohdina ovat hyvän hygieniatason turvaaminen ja vesiensuojelu. Jätevedenkäsittelyn taso riippuu purkuvesistölle asetettavista tavoitteista (RIL 124-2 2004). Suunnittelun päälähtökohdat ovat ympäristöluvan lupamääräykset, virtaama- ja kuormitusennusteet, laitoksen tarjouspyynnössä mahdollisesti esitetyt kriteerit ja tulevaisuuteen varautuminen. Täysin uuden laitoksen suunnittelussa laitoksen kaavoitusalueen laajuuden ja sijoituspaikan valinnassa tehdään päätöksiä, jotka vaikuttavat laitoksen rakentamiseen ja myöhempään laajentamiseen ja kehittymiseen.

Jätevedenpuhdistamon suunnitteluhankkeen voi käynnistää laitoksen kiristyvät lupamääräykset, laitoksen riittämätön kapasiteetti, laitoksen huono kunto tai keskuspuhdistamohanke. Virtaamien ja kuormituksen kasvu voi johtua viemärintialueen laajenemisesta, asukasluvun kasvusta, uusista asuin- ja työpaikka-alueista, alueelle tulevasta paljon vettä käyttävästä teollisuudesta tai siitä, että kunnallisen yhteistyön laajenemisen vuoksi puhdistamolle halutaan johtaa lähialueen laitosten jätevesiä. Alueella vesihuollon kehittämistavoitteena voi olla keskuspuhdistamo, koska isot jätevedenpuhdistamot ovat toimintavarmempia ja kustannustehokkaampia kuin pienet. Keskuspuhdistamo on laitos, jonne johdetaan useamman viemärintialueen tai kunnan jätevedet.

Jätevedenpuhdistamoiden suunnitteluhankkeen taustalla on yleensä aina ympäristölupamääräysten kiristyminen, jonka seurauksena laitoksen tulee tehostaa, laajentaa tai saneerata prosessia. Tekniikan keinoin saadaan jätevesi käsiteltyä lupamääräysten mukaisesti, mutta vastaanottovesistön tilan edellyttäessä lupamääräykset tiukentuvat jatkuvasti, jolloin kasvavat myös puhdistuksen kustannukset. Laitos voidaan suunnitella täyttämään hyvin tiukat lupamääräykset, mutta mikä on ympäristön kannalta kustannustehokasta toimintaa ja kuinka alhaisiin pitoisuuksiin kannattaa pyrkiä. Ympäristön kannalta kustannustehokkaan tekniikan periaatteen (BATNEEC) mukaisesti prosessiratkaisuissa tulisi ottaa huomioon investointikustannusten lisäksi käyttökustannukset, kemikaali- ja energiakulutus. Mallinnuksen (laskennallinen kuvaus prosessista) avulla voidaan selvittää, millaisiin puhdistustuloksiin eri tekniikoilla päästään ja mallintamalla voidaan prosessit

optimoida eri tekijöiden suhteen (Vanrolleghem et al. 1996). Suunnittelijan tulee ottaa huomioon suunnittelussa lainsäädännön ja lupamääräysten lisäksi taloudelliset rajoitukset sekä ottaa huomioon teknisten ratkaisujen osalta luotettavuus, taloudellisuus, toimintavarmuus ja alan standardit (WEF 2010a). Onnistuneeseen suunnitteluun vaikuttaa WEF:n käsikirjan mukaan suunnittelukokemus, lainsäätäjien ja laitosten omistajien ”maalaisjärki” ja avoimuus uusille ratkaisuille. Hyvien suunnitteluratkaisujen toiminnallisuuden kannalta suunnittelussa tulee huomioida huollon ja kunnossapidon tarpeet sekä varaosien saatavuus.

Suunnittelijoille kertyy kokemusta tehdyistä projekteista ja hyväksi havaittuja ratkaisuja hyödynnetään suunnittelussa, mutta suunnittelijoiden on otettava huomioon myös tulevaisuuden haasteet. Uusissa laitoshankkeissa rakennuttajilla saattaa olla asetettu kriteerejä hyvän puhdistustuloksen lisäksi myös laitoksen energian kulutukselle ja hiilijalanjäljelle. Suunnittelijalla on haasteena löytää vaihtoehtoja, jotka ovat sekä ympäristön kannalta parasta tekniikkaa mutta kuitenkin kustannustehokkaita. Samoin haasteena on suunnitella laitos, jossa on huomioitu virtaamaennusteissa viemäröintialueen kehitys sekä tulevaisuuden lupamääräykset kuitenkin ylimitoittamatta laitosta tai valitsemalla liian kalliita ja tehokkaita prosessiratkaisuja. Hyvässä suunnittelussa otetaan huomioon kustannukset ja tulevaisuuden tilanteisiin varaudutaan joustavilla ratkaisulla, joilla voidaan pienin muutoksin saada prosessia myöhemmin tehostettua. Tulevaisuuteen voidaan varautua varaamalla puhdistamoalueelle laajennusvaraa, jolloin laitosta voidaan tarpeen mukaan kehittää vaatimusten mukaan. Laitoksen prosessitekniisten kriteereiden lisäksi suunnitteluratkaisuissa on otettava huomioon laitoksella tehtävät operointi- ja kunnossapitotyöt sekä turvallisuus. (WEF 2010a) Laitoksen käytön osalta suunnitteluperusteina voidaan hyödyntää käyttökäytökunnan kokemuksia (Kaupunkiliitto 1980).

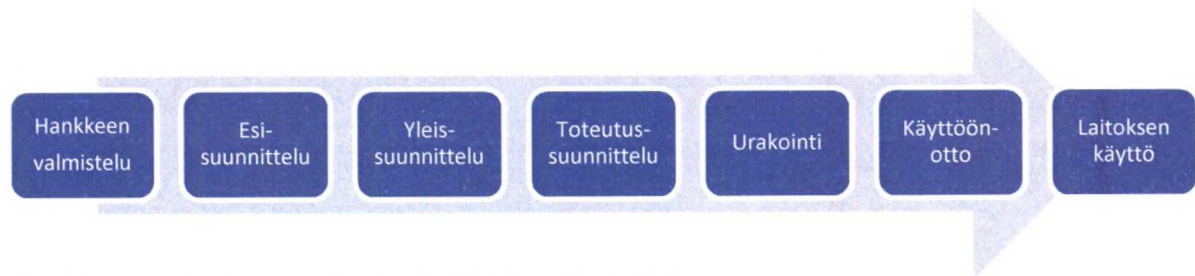
Tulevaisuuden trendeistä WEF:n käsikirjassa mainitaan laitoksen ympäristön huomioiminen ja yksityistäminen. Tämä tarkoittaa, että laitoksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon hajunkäsittelyä, liikennejärjestelyjä ja laitoksen visuaalista ilmettä. Jätevedenpuhdistamoiden naapuriston kriteerit laitokselle ovat kärjistetyksi; laitos on hajuton, meluton ja näkymätön. Tulevaisuuden haasteet voidaan ottaa huomioon suunnittelussa varautumalla hajunkäsittelyyn, suunnittelemalla laitoksen visuaalista ilmettä tai sijoittamalla laitos alueelle, jossa on vähän häiriöille alttiita kohteita. Yksityistäminen voi tulevaisuudessa tarkoittaa yksityistä rahoitusta, laitosten yhtiöittämistä, palveluiden ulkoistamista ja aikaisempaa tarkempaa kustannusten seurantaa. (WEF 2010a)

Suunnittelun lähtökohdat voivat olla ristiriitaisia – miten samassa hankkeessa voidaan varautua mahdollisesti tiukentuviin lupamääräyksiin ja lainsäädäntöön, ottaa huomioon

energiakulutus, kasvihuonepäästöt ja kuitenkin lopputuloksen tulee olla kustannustehokas. Työpajan WWTmod2008 ”Mallin tarkkuus: epävarmuuksien käsittely”-kokooma-artikkelissa (Belia et al. 2009) on tarkasteltu, mitä epävarmuustekijöitä jätevedenpuhdistamoiden mallintamiseen ja optimoimiseen liittyy. Artikkelissa todetaan, että nykyiset suunnittelukäytännöt eivät ota huomioon riittävästi epävarmuustekijöitä ja perustuvat kansallisiin tai kansainvälisiin ohjeisiin, nyrkkisääntöihin ja suunnittelijoiden kokemuksiin. Belian et al. (2009) mukaan suunnitteluun tarvitaan menetelmä, jolla voidaan käsitellä epävarmuustekijöitä. Artikkelissa kuvaa miten epävarmuuksia on käsitelty ja antaa lähtökohtia epävarmuuksien johdonmukaisempaan tarkasteluun.

3.2 Suunnitteluvaiheet

Varsinainen jätevedenpuhdistamon suunnitteluprosessi koostuu usein viidestä vaiheesta: hankesuunnittelu, esisuunnittelu, yleissuunnittelu, toteutussuunnittelu ja rakentamisen aikainen suunnittelu (WEF 2010a). Suunnitteluprosessiin kuuluu lopullisten suunnitteluperusteiden, yksikköprosessien ja -operaatioiden valinta, käsittelylinjojen lukumäärän valinta, hydraulisen toiminnan tarkastelu ja urakka-asiakirjojen laatiminen (RIL 124-2 2004). Jätevedenpuhdistamohanke kokonaisuudessaan koostuu hankesuunnittelusta, suunnittelusta, rakentamisesta, käyttöönotosta ja käytöstä (WEF 2010a). Laitoshankkeen eri päävaiheet valmistelusta käyttöön on esitetty kuvassa 1. Laitoksen tulee hankkeen valmisteluvaiheessa varmistaa tiedonkulku hankkeen eri vaiheiden välille. Tiedonkulun ongelmia syntyy mitä todennäköisimmin, jos eri vaiheissa on eri suunnitteluryhmä tai jos suunnittelija ei ole mukana urakointi- ja käyttöönottovaiheessa.



Kuva 1: Jätevedenpuhdistamohankkeen tyypilliset päävaiheet.

Isoissa laitoshankkeissa hankkeen valmisteluvaiheeseen kuuluu hankesuunnitelman laatiminen. Hankesuunnitelmassa kartoitetaan eri toteutusvaihtoehdot ja näiden karkea kustannustaso, määritellään hankkeen reunaehdot ja arvioidaan alustava aikataulu. Hankesuunnitelman perustella tehdään investointipäätös. Pienissä hankkeissa nämä asiat käsitellään esisuunnitelmassa.

Esi- ja yleissuunnitteluvaiheiden tarkoitus on valmistella lopullisen suunnitteluhankkeen toteuttamista. Ennen toteutussuunnittelua määritetään jätevedenpuhdistamon suunnitte-

luperusteet kuten puhdistusvaatimukset, tulevan jäteveden laatu ja määrä, mitoitussukasluku ja sen kehittyminen sekä laaditaan hankkeen aikataulu ja kustannusarviot. (RIL 124-2 2004)

Esisuunnitteluvaiheessa selvitetään toteuttamismahdollisuudet, esitetään erilaiset vaihtoehdot sekä laaditaan karkeat kustannusarviot. Kunnallisissa vesihuoltolaitoksissa esisuunnitelman avulla voidaan esitellä päättäjille jätevedenpuhdistamolla tarvittavat kehitystoimenpiteet esimerkiksi pitkän ajan rahoitussuunnitelmaa varten. Esisuunnitelmaa voidaan tarvita myös kunnan maankäytön ja kaavoituksen suunnittelua varten. Esisuunnitteluvaiheessa aikatauluja ei ole tarkkaan päätetty ja suunnitelmat voivat ulottua pitkälle tulevaisuuteen. (RIL 124-2 2004)

Toisinaan uusi hanke aloitetaan suoraan yleissuunnitteluvaiheesta. Yleissuunnitelmassa esitetään tekniset ratkaisut ja kustannukset huomattavasti tarkemmalla tasolla kuin esisuunnitelmassa. Yleissuunnitelman tarkoituksena on selvittää eri vaihtoehdot, joiden perusteella tehdään päätös hankkeen toteuttamisesta. Yleissuunnitelmaa tarvitaan myös YVA-vaiheeseen sekä rakennus- ja ympäristöluvan hakemista varten. Yleissuunnitelmassa selvitetään tarkemmin jätevedenpuhdistamolle tuleva kuormitus ja virtaamat sekä laaditaan virtaama- ja kuormitusennusteet. Ennusteiden mukaan laaditaan prosessisuunnitelma ja eri prosessiyksiköiden mitoitus. Suunnittelussa laaditaan kustannusarvio, jonka mukaan lähdetään valmistelevaan toteutusvaiheen rahoitusta. Yleissuunnitteluvaiheen suunnitelmat johtavat usein muutaman vuoden kuluttua toteutussuunnitteluun, jolloin yleissuunnitelmassa esitetyt aikataulut ja kustannusarviot tulee olla melko tarkkoja. (RIL 124-2 2004)

Toteutussuunnittelussa laaditaan kaikki urakkatarjouksia varten tarvittavat asiakirjat. Prosessisuunnittelun osalta toteutussuunnittelussa tarkistetaan yleissuunnitelman mitoitustiedot, mutta yleensä toteutusvaiheessa laaditaan suunnitelmat yleissuunnitelmassa valitun prosessin ja mitoitus-tietoja mukaan. Jätevedenpuhdistamo toteutetaan toteutussuunnittelun yksityiskohtaisten suunnitelmien avulla. Tästä syystä suunnittelun aikaulottuvuus on lyhyt, eikä tässä vaiheessa tehdä suunnitelmiin yleensä suuria muutoksia. (RIL 124-2 2004)

Toteutussuunnittelun osalta jätevedenpuhdistamot käyttävät Suomessa yleensä kahta eri tapaa. Yleisin tapa on, että suunnittelija laatii urakka-asiakirjat, joiden perusteella pyydetään tarjoukset urakointiyrityksiltä. Toinen tapa on pyytää tarjous kokonaisvastuurakkana (KVR), jolloin suunnittelija laatii esisuunnitelman, jonka perusteella pyydetään tarjous. Urakoitsija vastaa tällöin yksityiskohtaisesta suunnittelusta ja rakentamisen to-

teuttamisesta. (RIL 124-2 2004) Näiden lisäksi voi olla myös erillishankintoja laitteiden tai erikoistöiden osalta.

Jätevedenpuhdistamohankkeen eri vaiheissa tarvitaan eri tahoja. Hankkeessa on mukana omistaja, projektipäällikkö, rahoittaja, suunnittelijat, laitetoimittajat, urakoitsijat, operointi- ja kunnossapitohenkilöstö, valvojat, viranomaiset ja sidosryhmät. Eri tahojen rooli hankkeessa on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Suunnitteluhankkeen eri osapuolet ja niiden roolit WEF:n käsikirjan esitetyn mukaisesti (WEF 2010a).

OSAPUOLI - PÄÄTEHTÄVÄ	ROOLIT JA TEHTÄVÄT
Omistaja - päätökset	<ul style="list-style-type: none"> • Omistaja voi olla julkinen taho tai yksityinen • Omistajalla on vastuu hankkeen lupa-asioista ja määräysten noudattamisesta • Vastaa suunnitteluttamisesta ja rakennuttamisesta
Projektipäällikkö - kokonaisuuden hallinta	<ul style="list-style-type: none"> • Omistaja voi palkata hankkeeseen projektipäällikön, joka edustaa hankkeessa omistajaa, mutta vastuu hankkeesta säilyy omistajalla • Tehtävänä hoitaa projektia omistajan etujen ja antamien ohjeiden mukaisesti • Projektipäällikkö toimii projektin yhteyshenkilönä suunnittelijoiden, laitoksen käytön, urakoitsijoiden, viranomaisten ja sidosryhmien välillä
Rahoittaja - kokonaisnäkemys	<ul style="list-style-type: none"> • Rahoittaja tai investointipankkiirin edustajat osallistuvat sopimisvaiheeseen • Isoissa hankkeissa rahoittajan kanssa käydään keskustelua jo hankkeen suunnittelun alkuvaiheissa
Suunnittelija - suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Omistaja palkkaa suunnittelijat • Suunnittelijat voivat olla sovittaessa suunnitteluvaiheen lisäksi määrittelemässä hanketta, urakointivaiheessa ja käyttöönotossa ja operoinnin tuen laitoksen käytössä
Laitetoimittaja - erikoisosaaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Laitetoimittajien rooli riippuu hankkeesta. He voivat laitteiden toimituksen lisäksi osallistua laitoksen suunnitteluun ja heillä voi olla rooli myös urakointivaiheessa • Erikoislaitteiden osalta laitetoimittajat ovat mukana usein jo suunnittelun alkuvaiheista lähtien
Urakoitsija - rakentaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Urakoitsijat valitaan julkisen valintaprosessin kautta kunnallisilla vesilaitoksilla • Urakoitsija vastaa rakentamisesta, mutta sovittaessa heillä voi olla muitakin tehtäviä kuten rakentamisen aikainen suunnittelu
Laitoksen käyttöhenkilökunta - käyttö	<ul style="list-style-type: none"> • Käyttöhenkilökunta osallistuu hankkeeseen usein käyttöönottovaiheessa • Käyttöhenkilökunnan osallistuminen hankkeeseen suunnittelun ja urakoinnin aikana tuo hankkeeseen käytönasiantuntemuksen näkemystä ja tällöin myös käyttö pääsee vaikuttamaan tuleviin työtiloihinsa
Valvojat - laadunvarmistus	<ul style="list-style-type: none"> • Valvojat voivat osallistua hankkeen kaikkiin vaiheisiin: suunnittelu, lupa-asiat, rahoitus, rakentaminen, asennus, dokumentointi • Valvojat voivat toimia tarkastajan, laadunvalvojan, riskikartoittajan ja/tai auditoinnin roolissa
Viranomaiset - lainsäädäntö	<ul style="list-style-type: none"> • Hankkeen eri vaiheissa tarvitaan eri viranomaisia kuten ympäristö- ja rakennuslupaa varten. Lisäksi viranomaismääräyksiä liittyy rakentamiseen, työturvallisuuteen, kemikaalikäyttöön jne. • Omistajan tulee olla selvillä, missä vaiheissa tarvitaan viranomaisia
Sidosryhmät - mielipiteet	<ul style="list-style-type: none"> • Sidosryhmät ja naapurusto tulee ottaa mukaan hankkeeseen jo suunnittelun alkuvaiheesta lähtien kuten sijoituspaikan valinnan osalta ja sidosryhmiä tulee tiedottaa hankkeen vaiheista, jos niistä voi aiheutua häiriötä

3.3 Virtaamaennusteet

Jätevedenpuhdistamon mitoitusarvot perustuvat virtaama- ja kuormitusennusteihin. Ennusteet laaditaan pitkälle aikavälille. Ennusteet vaikuttavat prosessivaihtoehdon valintaan ja niiden mukaan tehdään laitoksen toteutussuunnitelmat ja määritetään laajennusvaraukset.

Jätevedenpuhdistamon virtaamaennusteet laaditaan tyypillisesti 20-30 vuoden päähän. RIL 124-2 (2004) oppaan mukaan ennusteet laaditaan pitkälle aikavälille, koska rakenteiden laajentaminen myöhemmin on haastavaa. Jätevedenpuhdistamo tulee rakentaa ensimmäisessä vaiheessa valmiiksi tai tehdään riittävät varaukset laajennuksia varten. Laajentaminen on haasteellista erityisesti maanalaisissa kalliopuhdistamoissa.

Virtaamaennusteissa tulee ottaa huomioon alueen kehitys väestökehitys, paljon vettä käyttävä teollisuus, vuotovesimäärät, viemäröintialueen laajeneminen, kaavoitustilanne ja mahdolliset lähialueen jätevedenpuhdistamoiden vesien johtamiset keskuspuhdistamoon. Joillakin alueilla tulee ottaa huomioon myös väliaikainen asutus kuten matkailijat. Suomessa tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi Lapin matkailukeskuksia, joissa on merkittäviä kausittaista vaihtelua vedenkulutuksessa. Vaikka lähtökohtaisesti viemäriverkostoon ei pitäisi johtaa talojen perustusten kuivatusvesiä ja sadevesiä, niin käytännössä niin kuitenkin tapahtuu, joten virtaamaennusteissa tulee olla myös arvio näistä. Sekaviemäröintialueella tulee olla arvio sadevesistä. Ennusteissa voidaan ottaa huomioon verkoston kunto ja tulevat saneeraukset, koska ne vaikuttavat hulevesien osuuteen. Joissakin tapauksissa poliittisilla päätöksillä on vaikutusta ennusteiden laatimiseen. Laitoshankkeeseen varatut kustannukset, riskinhallinta ja suunnittelun aikajänne vaikuttavat, paljonko mitoitukseen tulee varakapasiteettia. Kustannukset vaikuttavat siihen, paljonko varakapasiteettiä on varaa rakentaa ja kuinka ”tiukka” mitoitus tehdään. Niukka varakapasiteetti vaikuttaa laitoksen riskienhallintaan, koska tällöin todennäköisesti tietty osa joudutaan ohittamaan suurilla virtaamilla. Perusteena tiukalle mitoitukselle voivat olla kustannukset. Mitä lyhyempi aikajänne on sitä tarkempia ennusteita voidaan laatia.

Virtaamaennusteiden avulla määritetään kuormitusennusteet. Niiden arvioimiseen voidaan käyttää asukasvastinelukuja ja jäteveden tyypillisiä pitoisuuksia. Kuormitusennusteiden laatimisessa tulee ottaa huomioon alueen erityiskuormittajat kuten teollisuus, kaatopaikat, biologiset jätteen käsittelylaitokset ja muut korkeasti kuormittavat jätevesiliittymät.

Jätevedenpuhdistamojen mitoitukseen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä ja eri suunnittelijat määrittävät hieman erilaisia mitoitusparametreja. Suunnittelukäsikirjoissa on esi-

tetty periaatetasolla millaisia mitoitusarvoa suunnittelussa tarvitaan ja niiden käyttökohteita. Virtaamaennusteiden ja mitoitusarvojen määrittämiseen esitetään käsikirjoissa pysyvyyskäyrätarkastelua, valmiita laskukaavoja ja mitoituskertoimia.

3.3.1 Mitoitusarvot

Jätevedenpuhdistamon kapasiteetti perustuu keskimääräiseen suunnitteluvuoden päivävirtaamaan, johon lisätty tulevaisuuden kasvuennuste. Laitoksen kapasiteettivirtaaman lisäksi tarvitaan eri yksikköprosessien ja koneistojen mitoitukseen virtaama-arvoja. (Metcalf & Eddy Inc. 2003). Mitoitusarvot ja niiden käyttökohteet on esitetty taulukossa 3.

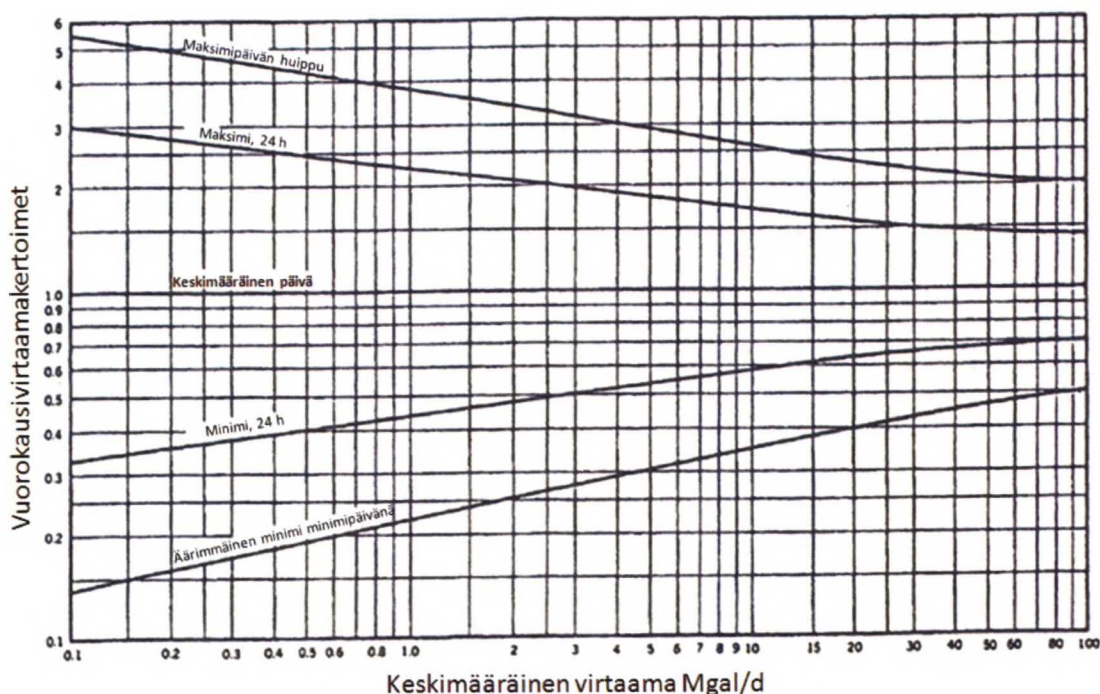
Taulukko 3: Mitoitusvirtaamat ja niiden käyttökohteet (Metcalf & Eddy Inc. 2003)

Mitoitusarvo	Yksikkö	Käyttökohde
Keskimääräinen tuntivirtaama	m ³ /h	Mitoitusvirtaama. Pumppauksen ja kemikaloinnin kustannusten arvioimiseksi
Tuntiminimi	m ³ /h	Pumppujen minimikäynti
Päiväminimi	m ³ /d	Putkistoihin ja kanaaleihin kiintoaineen kerääntymisen estäminen
Kuukausiminimi	m ³ /kk	Yksikköoperaatioiden minimimäärä pienten virtaamien aikana
Viikkomaksimi	m ³ /vk	Raportointi ja kirjanpito
Huipputuntiarvo	m ³ /h	Pumppujen, putkistojen, välppäyksen, hiekanerotuksen, selkeytyksen ja suodatuksen mitoitus
Päivämaksimi	m ³ /d	Lietteen pumppauksen mitoitus
Suurempi kuin päivämaksimi	m ³	Välpeen ja hiekan välivarastointi
Kuukausimaksimi	m ³ /kk	Kemikaalivarastointi

Virtaamaennusteet määrittelevät laitoksen suunnittelukapasiteetin ja eri yksikköprosessien hydraulisen mitoituksen. Laitoksen tulee toimia mitoitusarvojen mukaan ensimmäisistä käyttövuosista lähtien laitoksen mitoitusvuoteen asti. Käyttöönottohetkellä laitokset ovat usein ylimitoitettuja pitkän suunnittelujänteen vuoksi.

3.3.2 Mitoituskertoimet

Virtaamaennusteet ja muut mitoitusarvot voidaan määrittellä keskimääräisen virtaamaennusteen avulla. Menetelmässä määritellään ensin keskimääräiselle virtaamalla virtaamaennuste väestöennusteen ja nykyisen kuivan kauden asukasta kohti lasketun jätevesimäärän avulla ($l/as\ d$). Nämä kertomalla sekä huomioimalla vuotovesimäärät, muutokset teollisuuden vedenkäytössä ja muut tulevaisuuden virtaamaan vaikuttavat tekijät saadaan keskimääräinen virtaama. Muut mitoitusarvot voidaan määrittellä kertoimien avulla, jotka ovat esitetty kuvassa 2.



Kuva 2: Keskimääräisen virtaaman avulla määritettävät kertoimet alimmalle mahdolliselle, minimi-, maksimi- ja huippuvirtaamalle (IWA 2003).

Virtaamaennusteiden laatimisessa käytetään kertoimia, jotka perustuvat paikallisiin olosuhteisiin, suunnittelijoiden ja laitoksen kokemukseen. IWAn oppikirjan (IWA 2003) kertoimet eivät ole suoraan sovellettavissa kaikkialle. Kuva 2 esittää periaatetasolla, että pienillä paikkakunnilla virtaamavaihtelut ovat suuria (minimi- ja maksimivirtaamien ero suuri) ja suurissa kaupungeissa virtaamavaihtelu vähäisempää (minimi- ja maksimivirtaamien ero pieni).

3.3.3 Pysyvyyskäyrämenetelmä

Virtaamaennusteet perustuvat nykyisiin virtaamatietoihin, viemäröintialueen virtaamaennusteisiin ja vuotovesiarvioihin. Nykytilanteen arvioimiseksi suositellaan tarkasteltavan virtaamatietoja ainakin kahden vuoden ajalta. Virtaamien pysyvyyskäyrästä voidaan määrittellä esimerkiksi 99,7 % kohdalta päivämaksimivirtaama. Minimivirtaamat ovat keskivirtaamaa 30 - 70 % pienempiä riippuen laitoksen koosta. Pienillä laitoksilla virtaamavaihtelut ovat suurempia kuin suurilla, jolloin myös erot minimi- ja maksimivirtaamien välillä ovat suuremmat. Maksimivirtaamat määritellään laitoksen koosta riippuvan huippuvirtaaman huippuvirtaamakertoimen avulla. Mitoituksessa käytetään myös asukasta kohti laskettuja jätevesimääriä (l/as d) ja asukaslukuennusteita. Mitoitusvirtaamassa tulee ottaa huomioon myös teollisuuden vedenkulutusennusteet ja työpaikka-alueiden kehitys sekä mahdolliset kausivaihtelua aiheuttavat tekijät kuten loma-asutus tai turistialueet. (Metcalf & Eddy Inc. 2003)

Pysyvyyskerroinmenetelmä vastaa eniten yleisintä käytettävissä olevaa menetelmää Suomessa virtaamaennusteiden laatimiseksi. Virtaamaennusteiden laatiminen perustuu laitoksella mitatun virtaamadatan tarkasteluun. Virtaamia tarkastellaan kolmen tai viiden vuoden ajalta.

3.3.4 Mitoitusvirtaaman laskentakaava

Käsi kirjassa RIL 124-2 on esitetty mitoitusvirtaaman laskentakaava (RIL 124-2 2004). Laskentakaava esittää periaatetasolla, mistä eri tekijöistä virtaamaennusteiden laatiminen koostuu, mutta kaavaa 1 ei tiettävästi käytetä suunnittelussa. Kaava soveltuu oppikirja-esimerkiksi.

Mitoitusvirtaaman kaava 1 on esitetty alla

$$q_{mit} = k_{mit} \left(\frac{Q_{as}}{T_{as}} + \frac{Q_t}{T_t} + \frac{Q_v}{24} \right) \quad (1)$$

missä q_{mit} = mitoitusvirtaama [m³/h]

k_{mit} = vuorokausivaihteluista riippuva mitoitusvirtaamakerroin [-]

Q_{as} = asutuksen jätevesien keskimääräinen virtaama [m³/d]

T_{as} = vuorokauden tuntien lukumäärä, jolloin pääosa jätevedestä tulee puhdistamolalle [-]

Q_t = teollisuuden jätevesien keskimääräinen virtaama [m³/d]

T_t = vuorokauden tuntien lukumäärä, jolloin teollisuusjätevedet johdetaan puhdistamolle [-]

Q_v = sade-, perustusten kuivatus- ja vuotovesien keskimääräinen virtaama [m^3/d]

Vuorokausivaihtelusta riippuva mitoitusvirtaamakerroin k_{mit} riippuu kuinka paljon puhdistamolle tuleva vesimäärä vaihtelee ja vaihteluun vaikuttavat verkoston kunto, vuotovedet ja laitoksen koko. Pienillä laitoksilla vaihtelu voi olla hyvin suurta ja suurilla laitoksilla virtaamavaihtelut vähäisempiä.

Tuntiluvun T_{as} määrittämiseen vaikuttaa asukasmäärä. Yhdyskuntajätevesiä tulee yleensä enemmän päivällä kuin yöllä. Teollisuuden tuntiluku T_t valitaan teollisuusjätevesi-inventoinnin mukaan, mutta jos teollisuusjätevesien osalta ei ole tarkempia tietoja voidaan teollisuusjätevesien tuntilukuna käyttää arvoa 10.

Asutuksen jätevesivirtaamana Q_{as} voidaan käyttää samaa virtaama-arviota kuin käyttöveden kulutukselle. Teollisuusjätevesien osalta käytetään arvioinnissa teollisuuslaitosten virtausmittaustietoja. Teollisuuden virtaamaksi voidaan arvioida, että se on 10 - 30 % asumajäteveden määrästä.

Vuoto- ja sadevesien määrä määritellään mittausten avulla, mutta jos tämä ei ole mahdollista niin sen määrän voidaan arvioida olevan 50 - 150 % jätevesivirtaamasta.

Mitoitusvesimäärä q_{mit} on lähtötekijä puhdistamon mitoituksessa, mutta tämän avulla ei mitoiteta kaikkia yksikköprosesseja. Laitoksen tulee toimia myös suurilla virtaamilla. RIL 124-2 käsikirjan mukaan jätevedenpuhdistamon biologiset ja kemialliset osat tulee mitoittaa siten, että niiden toiminta ei häiriinny virtaaman ollessa $2 * q_{mit}$ ja esikäsittelyn tulee pystyä käsittelemään myös huippuvirtaamat, jolloin esikäsittelyn mitoitusvirtaama olisi $4 * q_{mit}$.

3.4 Skenaariosuunnittelu

3.4.1 Määritelmä ja skenaariotyypit

Skenaarioajattelun mukaan tulevaisuuteen voi sisältyä erilaisia mahdollisia kehityskulkuja. Skenaariomenetelmän kehittäjänä voidaan pitää Pierre Wackia, joka kehitti menetelmän tulevaisuuden epävarmuuden hallintaan (Wack 1985). Skenaarioiden tulee olla johdonmukaisia kuvauksia tulevaisuuden tapahtumista ja niillä on oltava uskottavat syy-seuraussuhteet (Bunn, Salo 1993).

Ennusteet perustuvat tyypillisesti menneestä kehityksestä saatavaan tietoon, jonka perusteella tehdään trendiennusteita. Ennuste on siten todennäköisin tulevaisuuden näkymä. Skenaariot eroavat ennusteista siten, että skenaariot eivät pyri määrittämään todennäköisintä, vaan kartoittavat vaihtoehtoisia tulevaisuuspolkuja.

Eri ongelmiin tarvitaan erilaisia skenaariotyyppejä. Skenaariot voidaan luokitella mitä-jos- (what-if), kartoittaviin (explorative) ja taaksepäin luotaaviin (backcasting) skenaarioihin (Börjeson et al. 2006). Mitä-jos skenaarioissa tarkastellaan mitä tulee tapahtumaan tietyn tilanteen tai tapahtuman seurauksena. Tarkastelut suositellaan tehtäväksi käyttäen yhtä tai kahta tekijää. Esimerkiksi, miten laitoshanke etenee, jos sen aikana tulee henkilövaihdoksia hankkeen johdossa. Kartoittavissa skenaarioissa pyritään laajasti luotaamaan mahdollisia tapahtumia ja niiden seurauksia pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi, miten ilmastomuutos voi edetä ja miten se saattaisi vaikuttaa jätevedenpuhdistamoiden toimintaan. Taaksepäin luotaavissa skenaarioissa määritellään ensin tulevaisuuden tavoite, josta lähdetään taaksepäin määrittämään miten tähän päästään. Skenaarioiden aikajänne voi olla pitkä, jopa useita kymmeniä vuosia. Esimerkiksi, mitkä tapahtumat vaikuttavat siihen, että kaikilla jätevedenpuhdistamoilla on käytössä vuonna 2020 sähköinen kunnossapitojärjestelmä.

3.4.2 Vesihuollon tulevaisuustutkimus

2000-luvulla on laadittu useita selvityksiä vesihuollon tulevaisuuden haasteista, kehittämisestä ja varautumisesta muuttuviin olosuhteisiin. Tulevaisuus herätti keskustelua vesihuoltolaitoksilla, ministeriöissä ja eri vesihuoltoalan toimijoiden kesken eri yhteyksissä. Keskustelun taustalla olivat 2000-luvun poikkeukselliset sääolosuhteet ja vesihuoltolain (119/2001) muutos. Seuraavassa on esitelty 2000-luvulla laadittuja Suomen vesihuollon tulevaisuustutkimuksia.

Vesihuoltolain (119/2001) mukaan kuntien on laadittava alueellinen vesihuollon kehittämissuunnitelma. Lain mukaan kunnan ei tarvitse huolehtia itse vesihuoltolaitostoiminnasta tai muusta vesihuollon palvelujen tuottamisesta, vaan vastata lain tavoitteiden toteuttamisen kannalta riittävästä vesihuollon palvelujen tarjonnasta (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119). Tämä mahdollisti vesihuoltolaitosten erilaiset toimintamallit.

Vesihuoltolain mukaan laitosten tulee laatia alueellinen kehittämissuunnitelma, joissa käsitellään kehittämistarpeet ja -toimenpiteet eri näkökulmista. Suunnitelmien laatimista varten on julkaistu ohjeistusta (Pirkanmaan ympäristökeskus 2008), koska laissa ei ole annettu yksityiskohtaisia ohjeita suunnitelmien laatimiseksi. Vesihuollon haavoittuvuustutkimuksen mukaan kehittämissuunnitelmissa olisi otettava huomioon vesihuollon haavoittuvuuteen ja riskien hallintaan liittyvät uhat huomioiden tulevaisuuden muutokset (Hukka, Katko 2007).

Vesihuollon erilaisia toimintamalleja ja soveltuvuutta erikokoisille laitoksille on selvitetty raportissa "Vesihuolto muuttuvassa toimintaympäristössä" (Kulmala 2006). Vesilaitosten ylikunnallista yhteistyötä on selvitetty Tampereen teknillisessä yliopistossa tehdyssä tutkimuksessa (Pietilä et al. 2010).

Vesitalouslehdessä on 2000-luvulla julkaistu artikkeleita vesihuollon tulevaisuudesta. Artikkelissa "Vesihuolto meillä ja muualla – nyt ja tulevaisuudessa" käsitellään kuivuuden vaikutusta, kehittämissuunnitelmia sekä vesihuollon julkisista ja yksityisistä toimintamalleista (Kaatra 2003). "Vesilaitostoiminta muutosten kentässä"-artikkelissa käsitellään vesihuollon muutospaineita kuntien palvelurakennemuutuksesta, henkilökunnan ikääntymistä, lainsäädännön vaikutusta ja yksityisen sektorin mukaan tuloa vesihuollon toimintaan (Piippo 2006).

Vesihuollon tulevaisuuden toimintaympäristöä ja siinä tapahtuvia muutoksia on tutkittu skenaariomenetelmällä Länsi-Suomen ympäristökeskuksen julkaisussa (Hahto 2005). Hahdon selvityksessä on laaja näkökulma ja siinä on tarkastelu sosiaalisten tekijöiden, luonnonympäristön, teknologian, lainsäädännön, toimintamuotojen ja politiikan vaikutusta vesihuollon kehittymiseen. Kuntaliiton kannanotossa "Kunnat ja vesihuolto huomisen Suomessa" on kuvattu vesihuollon muutospaineita liittyen muun muassa laitosrakentamiseen, omistussuhteisiin, saneerausvelkaan ja erityistilanteisiin varautumiseen (Kuntaliitto 2007). Osa tulevaisuusselvityksistä keskittyy vain yhteen tulevaisuuden haasteeseen kuten ilmastonmuutokseen (Vienonen et al. 2012). Vesi kuntayhteistyön voiteluaineen tutkimuksessa käsitellään vesihuollon toimintaympäristön tulevaisuuden haasteita ja eri-

tyisesti ylikunnallisen yhteistyön kehittymistä Suomessa, Ruotsissa ja Yhdysvalloissa (Pietilä et al. 2010).

Vesihuoltolaitosten pitkän aikavälin suunnittelussa osa laitoksista laatii strategisia suunnitelmia. Vuonna 2012 valmistuneessa diplomityössä on tutkittu miten vesihuoltolaitokset tekevät strategiatyötä (Kalve 2012). Laitosten strategiasuunnitelmien lisäksi voidaan laatia alueellisia vesihuollon strategioita. Lounais-Suomen vesihuollon osalta on laadittu kehittämisstrategia 2020 ja kehittämisohjelma 2007–2012. Raportin mukaan kehittämis-toimenpiteitä tarkennetaan vesihuollossa tapahtuvien muutosten mukaan, jolloin strategiatyö on jatkuvaa (Lammila et al. 2008).

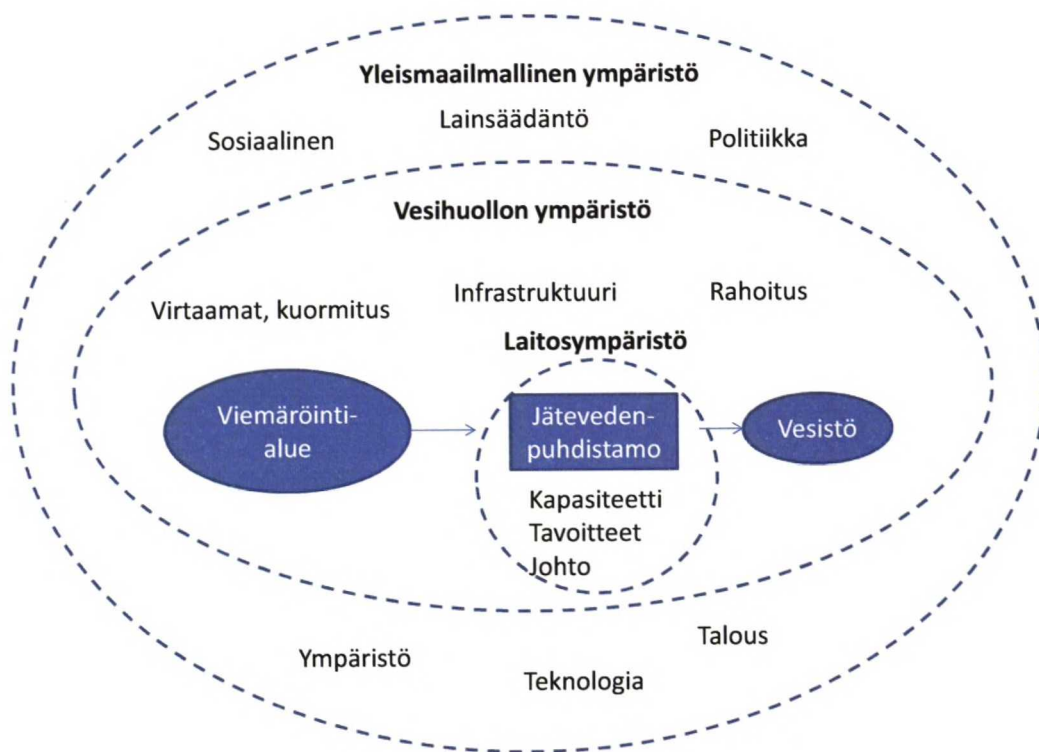
Vesihuollon tulevaisuutta on tarkasteltu useissa eri selvityksissä ja useimmat selvitykset ovat tulevaisuutta kartoittavia. Pohjatyo mahdollisille vesihuollon skenaariotarkasteluille on tehty, ellei 2000-luvun selvitysten aikainen maailma ehdi muuttua. Näitä selvityksiä vesihuoltolaitokset voivat käyttää taustamateriaalia strategiasuunnittelussa. Tulevaisuutta käsittelevät selvityksissä on viitteitä skenaariomenetelmälle ja muutamissa selvityksissä esitetään, että alalla olisi tarvetta pitkän aikavälin johdonmukaiselle suunnittelulle (Kuntaliitto 2007, Hahto 2005) Skenaarioita on laadittu ainakin Vaasan vedessä (Hahto 2005) ja eri toimintamallien osalta (Kulmala 2006).

3.4.3 Skenaariosuunnittelu jätevedenpuhdistamoilla

Tyypillisesti jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu perustuu virtaama- ja kuormitusennusteiden laatimiseen. Ennusteet laaditaan aikajänteellä 25–40 vuotta ja ennusteet perustuvat toteutuneisiin virtaamiin ja kuormiin sekä niiden todennäköiseen kehitykseen. Jos ennuste ei toteudu laitos saattaa olla joiltakin osin yli- tai alimitoitettu. Ennusteet soveltuvat hyvin tilanteisiin, joissa olosuhteet säilyvät pysyvinä. Todellisuudessa melko harvoin suunnittelun aikaiset olosuhteet säilyvät samoina. Dominguez ja Gujer (2006) haastavat nykyiset ennusteisiin perustuvat suunnittelumenetelmät artikkelissaan, jossa käsitellään esimerkkitapauksen avulla, mitä muutoksia laitoksen käytön aikana voi tapahtua verrattuna suunnittelutilanteen tietoihin. Luotettavien ennusteiden laatiminen on lähes mahdotonta. Mitä pidemmällä ennusteiden aikajänne on, sitä enemmän on epävarmuustekijöitä (Ringland 2006). Pitkän aikavälin ennusteiden tueksi esitetään skenaariosuunnittelua (Dominguez, Gujer 2006). Gujerin (2011) artikkelissa kuvataan, että laitokset eivät koskaan toimi mitoitusarvojen mukaisesti. Hän esittää nykyiselle suunnittelulle vaihtoehdoksi elinkaarisuunnittelua, jossa laitoksen suunnittelun lähtökohtana on, että laitosta voidaan ajaa joustavasti eri tilanteissa ilman kalliita muutostöitä (Gujer 2011). Lisäksi tilavaruuk-

set tulee suunnitella siten, että laitoksella voidaan tehdä laajennus- ja muutostyöt sujuvasti.

Konferenssijulkaisussa Dominguez et al. (2006) on esittänyt, mitkä tekijät vaikuttavat jätevedenpuhdistamon toimintaympäristöön. Nämä tekijät voidaan jakaa yleismaailmallisiin, vesihuollon ja jätevedenpuhdistamon tekijöihin. Muutostekijät, jotka voivat vaikuttaa jätevedenpuhdistamon tulevaisuuden kehittymiseen on esitetty kuvassa 3. Muuttuvissa olosuhteissa tarvitaan joustavia ratkaisuja. Dominguez et al. ovat tutkineet skenaario-suunnittelumenetelmää esimerkkitapauksen avulla, jossa kartoitettiin ensin nykytilanne, muuttuvat tekijät sekä mahdollisesti tapahtuvat muutokset, ja näiden avulla laadittiin kolme skenaariota (Dominguez et al. 2007). Dominguezin väitöskirjassa julkaistussa artikkelissa kuvataan, että skenaarioilla on kaksi päätarkoitusta: skenaariot ovat työkalu kartoittaa suunnitteluvaihtoehtoja ja skenaarioiden avulla voidaan tunnistaa millä tavalla laitoksen tulee voida toimia joustavasti. Skenaarioiden päätehtävänä on tukea ja auttaa päätöksen tekoa, koska suunnittelussa tehdään hyvin pitkántähtäimen päätöksiä (Dominguez et al. 2007).



Kuva 3: Jätevedenpuhdistamoon kohdistuvat muutostekijät (Dominguez et al. 2006).

Suomalaisissa jätevedenpuhdistamoiden prosessisuunnitelmissa ei ole selkeitä viitteitä, että tulevaisuuden muutosten arviointiin käytettäisiin johdonmukaista menetelmää. Tulevaisuuden haasteista ja muutoksista puhutaan, mutta niiden vaikutuksesta suunnitteluun ei ole dokumentoitu. Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu perustuu ennusteisiin, joiden

mukaan laitoksille suunnitellaan laajennusvaraa, ja linjojen lukumäärät ja laitteet mitoite-
taan siten, että ne toimivat minimi- ja maksimivirtaamilla. Toisinaan laitoksen ennustei-
siin vaikuttavat poliittiset päätökset ja kustannukset tai laitos on itse määritellyt ennus-
teet. Osalla puhdistamoista on suunnittelussa ennakoitu tulevat lupamääräykset: esimer-
kiksi laitoksen ajotapaa muuttamalla kyetään typenpoistoon tai laitoksilla on tilavaraus
tertiäärikäsittelylle. Useilla 2000-luvulla saneeratuilla ja rakennetuilla puhdistamoilla on
mahdollisuus biologiseen fosforin poistoon.

Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelussa voidaan käyttää erilaisia skenaarioita. Mitä-jos-
skenaarioita voidaan käyttää esimerkiksi laitoksen mitoituksen tukena, arvioitaessa mitkä
kaikki tekijät voivat muuttaa mitoitusvirtaamia ja -kuormituksia. Kartoittavat skenaariot
voivat toimia laajempien ilmiöiden ja trendien perusteella kuten energian kulutuksen
huomioiminen tai lainsäädännön kehittyminen. Jätevedenpuhdistamoiden taaksepäin luo-
taavat skenaariot soveltuvat laitoksen strategiseen suunnitteluun – mitä laitos haluaa olla
esim. vuonna 2030 ja miten siihen päästään.

4 MENETELMÄT

4.1 Tutkimusmenetelmät

Työn päätarkoituksena oli kartoittaa, miten suunnitteluratkaisut vaikuttavat jätevedenpuhdistamoiden käyttäjien arkityöhön sekä miten suunnittelijat ottavat huomioon suunnitelmassa laitosten käytön. Tätä tutkimusongelmaa varten haluttiin valita menetelmä, jossa voidaan antaa käyttäjien tuoda esiin mahdollisimman vapaasti omia näkemyksiä. Vastauksia ei haluttu ohjata liian tarkoilla kysymyksillä. Eri haastattelutyyppistä on vertailtu taulukossa 4. Tähän tarkoitukseen sopivaksi menetelmäksi valittiin teemahaastattelu. Lomakehaastattelu soveltuu paremmin, jos tarkoituksena on tehdä kvantitatiivista tutkimusta tai jos halutaan tarkasti määriteltyä muuta tietoa. Avoin haastattelu soveltuu, jos halutaan haastateltavan itse kertovan aiheesta ilman ohjausta. Teemahaastattelu oli tässä soveltuvin, koska tutkimuksessa oli määritetty tietyt aiheet, joita haluttiin selvittää. Tarkoituksena oli kartoittaa eri laitosten kokemuksia suunnitteluhankkeista ja miten käytettävyys otetaan huomioon suunnitteluratkaisuissa.

Taulukko 4: Haastattelutyyppien vertailu (Hirsjärvi, Hurme 2008, Routio 2005)

Haastattelutyyppi Vertailukriteeri	Lomakehaastattelu	Teemahaastattelu	Avoin haastattelu
Kysymykset	Kiinteät	Suosituskysymyksiä	Vapaita
Kysymysalue	Tiukasti määritelty	Pääpiirteittäin määritelty	Vapaa
Mahdollisuus lisäkysymyksiin	Ei	On	On
Osallistujamäärä	Suuri	Melko pieni	Pieni
Työmäärä ja kustannukset/vastaus	Pieni	Suuri	Suuri
Tutkijan paneutuminen	Voi olla pieni	Välttämättä suuri	Välttämättä suuri
Tiedon laatu	Pintapuolinen	Syvä	Syvä

Teemahaastattelun soveltamista tutkimukseen käsitellään Hirsjärven ja Hurmeen (2008) kirjassa "Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö". Haastattelu soveltuu tutkimusmenetelmäksi, jos tutkittavaa asiaa ei tunneta kovin hyvin tai jos tutkimusasetelma ei ole tarkkaan määritelty, vaan sitä halutaan täsmentää saatujen vastausten ja lisäkysymysten avulla. Teemahaastattelu on keskustelua, jossa on valmiiksi annetut aiheet. Menetelmän etuna on, että tutkijalla on heti mahdollisuus kysyä tarkentavia kysymyksiä ja selvittää saamien tietojen taustoja haastateltavan kanssa. Keskustelevalle luonteen vuoksi

teemahaastattelu auttaa myös vastaamista, koska haastattelija voi alustaa kysymyksiä pienellä keskustelulla, jolloin vastaaja on orientoitunut paremmin aiheeseen.

Haastattelu perustuu sosiaaliseen vuorovaikutukseen. Haastattelututkimuksessa tulee pyrkiä ymmärtämään ja tulkitsemaan haastateltavaa eikä ehdotonta totuutta voida muodostaa. Samoin haastattelupaikalla ja kontekstilla on oma merkityksensä – tyypillisesti ihmiset puhuvat vapaammin tutussa ympäristössä. Haastatteluissa on tarkoitus selvittää haastateltavan kokemuksia ja ajatuksia.

Haastattelututkimuksessa ei voida saada ehdotonta totuutta, koska samasta tilanteesta eri henkilöillä saattaa olla ristiriitaisia näkemyksiä. Tutkijan tehtävä on pyrkiä ymmärtämään ja tulkitsemaan haastateltujen vastauksia. Haastattelussa tutkija on osana tilannetta eikä hänen vaikutusta haastatteluun ja haastateltaviin voi jättää huomioimatta. (Hirsjärvi, Hurme 2008)

4.2 Haastattelut ja seminaari

Tutkimustyön tulokset pohjautuvat rajalliseen aineistoon ja antavat yleisen kuvan jätevedenpuhdistamoiden suunnittelusta ja käytöstä. Tutkimus oli kvalitatiivinen eikä tarkoituksena ollut haastatella tilastollisesti merkittävää määrää jätevedenpuhdistamoja ja suunnittelutoimistoja, vaan keskittyä jokaiseen kohteeseen syvällisemmin.

4.2.1 Laitoshaastattelut

Tutkimukseen valittiin yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja, jotka edustavat teknisesti ja toiminnallisesti hyvää tasoa, jotta saataisiin hyviä esimerkkejä tuleviin hankkeisiin. Tutkimuksessa mukana olevat laitokset edustavat nykyaikaista tekniikkaa, niiden puhdistustulos hyvä ja ne ovat rakennettu tai niitä on saneerattu 2000-luvulla. Lisäksi tutkimukseen valittiin laitoksia, joilla oli yksi tai useampi erityispiirre. Valintaan vaikuttavia erityispiirteet olivat:

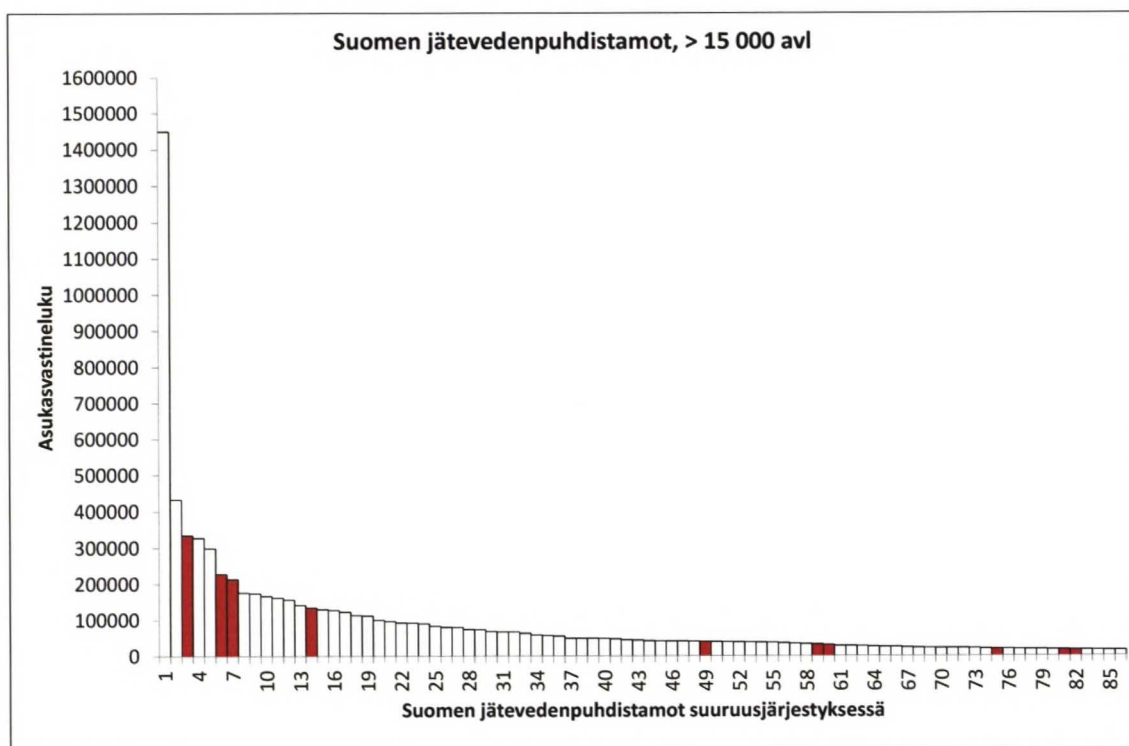
- tertiäärikäsittely
- ohitusvesien käsittely
- suunnittelussa hyödynnetty uutta tekniikkaa esim. 3D-suunnittelua tai mallinnusta
- uudenlainen tai erilainen toimintapa
- laitoksen suunnitteluttamistapa on erilainen
- laitoksen sijainti on haastava
- laitoksen prosessi on tavanomaisesta poikkeava

Kaikilta laitoksilta pyydettiin lähtötietoja, joiden perusteella oli tarkoitus saada kokonaiskuva laitoksen prosessista ja toiminnasta ennen laitospöytäkirjaa, jotta haastatteluti-

lanteessa ei tarvitse käydä läpi laitoksen näitä asioita. Lähes kaikilta laitoksilta saatiin kaikki pyydettyt lähtötiedot, joita olivat:

- prosessidata: laitoksen vuosiyhteenvedot vuodesta 2008 lähtien tai saneerauksen jälkeiseltä ajalta
- PI-kaavio
- prosessikuvaus tai prosessiselostus
- toimintakuvaus tai ohjaustapakuvauk
- asemapiirustus
- päälaiteluettelo tai koneistoerittely
- ohjausjärjestelmän kuvaus
- saneeraushistoria ja mahdolliset tulevat saneeraukset.

Tutkimuksessa olevat laitokset edustivat kotimaisia keskisuuria ja suuria yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja. Kuvassa 4 on esitetty, miten tutkittavat laitokset sijoittuvat AVL:n mukaan suuruusjärjestykseen koko Suomen mittakaavassa. Jätevedenpuhdistamoiden prosessiyksiköt on esitetty lohkokaavioina liitteessä 1. Haastattelulaitosten koko vaihteli AVL:n mukaan 17 000 – 315 000 ja virtaaman mukaan 6 400 – 120 000 m³/d. Jätevedenpuhdistamot sijaitsivat eri puolilla Suomea painottuen Etelä-Suomeen. Laitosten valinnassa ei painotettu laitosten maantieteellistä sijaintia.



Kuva 4:Ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmän mukaan Suomessa on 86 kpl yli 15 000 AVL jätevedenpuhdistamoja ja näistä tutkimuksessa mukana olevat laitokset ovat korostettu punaisella värillä. Näiden lisäksi VAHTI -järjestelmän mukaan alle 15 000 AVL:n laitoksia on 456 kpl.

Jätevedenpuhdistamojen haastatteluissa oli mukana laitosten ylintä johtoa, työnjohtoa ja laitosten käyttöhenkilökuntaa. Haastatellut jätevedenpuhdistamoiden edustajat on esitetty liitteessä 3. Haastatteluihin osallistui puhdistamoittain 2-10 henkilöä. Haastattelut tehtiin jätevedenpuhdistamoilla ja tarvittaessa täydennettiin puhelinhaastatteluilla, jos haastattelussa ei ollut mukana laitoksen organisaation kaikilta tasoilta henkilöitä.

Laitoksille lähetettiin etukäteen haastatteluteemat, joiden pohjalta haastattelut toteutettiin. Haastatteluteemat laitoksilla olivat:

- suunnitteluttaminen
- urakointi
- käyttöönotto
- prosessi ja operointi
- kunnossapito ja huolto
- työturvallisuus
- koulutus
- käyttöohjeet
- käyttötuki
- laitoksen tyytyväisyystekijät
- laitoksen kehityskohteet.

Haastattelut olivat vapaamuotoisia ja niissä keskityttiin niihin teemoihin, jotka olivat haastattelussa mukana olleille tärkeitä. Kaikilla laitoksilla ei voitu käsitellä samoja teemoja, koska henkilövaihdosten takia laitokselle ei ollut jäänyt tietoa kaikista laitoksen vaiheista. Teemahaastattelut kestivät puolestatoista tunnista kolmeen tuntiin. Useilla laitoksilla haastattelussa oli mukana sekä johto että käyttöhenkilökuntaa. Haastattelun jälkeen tutustuttiin laitoksen yksikköprosesseihin laitoskierroksella. Laitoskierroksella keskityttiin huomioimaan laitoksen käytettävyyteen liittyviä tekijöitä kuten laitteiden sijoitus huollon ja kunnossapidon kannalta, työturvallisuus, puhtaanapitomahdollisuudet, työturvallisuus ja työhygieniä.

4.2.2 Suunnittelijoiden haastattelut

Tutkimusta varten haastateltiin kolmea yritystä, joiden toimialaan kuuluu vesihuoltolaitosten suunnittelu. Yritykset valittiin sen mukaan, että niillä on referenssikohteita tässä tutkimuksessa mukana olevilta sekä muilta vastaavan kokoluokan ja prosessiteknisien tason laitoksilta. Haastattelut käytiin pääkaupunkiseudun suunnittelutoimistoissa. Haastattelussa mukana olevat suunnittelutoimistot ja haastatteluryhmät on esitetty liitteessä 3.

Suunnittelutoimistoille lähetettiin etukäteen haastatteluteemat. Haastatteluissa ryhmästä riippuen painotettiin joko projektin hallintaa, johtoa ja laadunvarmistusta, laitoksen toiminnallisuutta tai jätevedenpuhdistamon ydintoimintaa tukevaa suunnittelua. Haastatteluteemat olivat:

- Laitoksen ja suunnittelijan roolit
- Suunnitteluun vaikuttavat tekijät
- Hyvän ja huonon suunnitelman tuntomerkit
- Käyttäjälähtöinen suunnittelu
- Laadunvarmistus.

Suunnittelutoimistot saivat itse koota haastattelua varten ryhmän, ja jokaisella suunnittelutoimistolla oli erilainen kokoonpano. Tutkimuksen kannalta vaihteleva ryhmä ei ollut ongelma, koska eri haastatteluissa painotettiin hyvin erilaisia teemoja. Haastatteluihin osallistui suunnittelutoimistoittain 1 – 6 henkilöä. Teemahaastattelut kestivät noin 1 - 1,5 tuntia.

4.2.3 Seminaari

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli lisätä laitosten ja suunnittelijoiden välistä keskustelua. Jotta yksittäisissä haastatteluissa nousseet teemat saataisiin jaettua muillekin laitoksille ja suunnittelijoille, järjestettiin seminaari, johon kutsuttiin kaikki haastatellut laitokset ja suunnittelutoimistot, hankkeen laitoksia suunnitelleet suunnittelutoimistot sekä kutsuvieraita. Kutsuvieraat olivat Aalto-yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmästä, Vesilaitosyhdistyksestä (VVY) ja SYKEN jätevedenpuhdistamoiden BAT-hankkeesta. Lisäksi seminaarin osallistuivat Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut HSY:n Viikinmäen jätevedenpuhdistamon ja Blominmäen jätevedenpuhdistamohankkeen edustaja. Yhteensä seminaarin osallistui 38 henkilöä. Osallistujalista on liitteessä 5. Osallistujalistasta nähdään, että kaikkien kutsuttujen organisaatioiden edustajat eivät päässeet osallistumaan seminaariin. Osallistujalista kattaa silti hyvin kaikki tämän hankkeen osapuolet.

Seminaari koostui seminaariesityksistä ja ryhmäkeskustelusta. Seminaarin ohjelma on liitteessä 4. Seminaariesityksiä oli yhteensä 6 ja ne oli jaettu kolmeen eri teemaan. Alustuspuheenvuoron pitäjiksi oli kutsuttu henkilöitä, joilla on vesihuoltoalalta pitkä kokemus tai haastatteluteemoihin liittyvää kokemusta. Teema 1 oli "Laitosten käyttö ja suunnittelu", jossa puheenvuoron pitäjät edustivat laitosten näkökulmaa suunnitteluttamisesta, kunnossapidon organisoimisesta ja ulkoisten palveluiden käytöstä. Teema 2:n puhujat koostuivat laitoksen edustajasta, tilaajakonsultista ja suunnittelijasta. Eri osapuolet kertoivat omasta näkökulmastaan laitoksen ja suunnittelijan rooleista suunnittelussa sekä

mikä on valvojan ja tilaajakonsultin rooli jätevedenpuhdistamohankkeessa. Teema 3 oli käyttötukipalvelut, jossa suunnittelija esitteli, mitä käyttötukipalvelu on. Toisen suunnittelutoimiston edustaja täydensi esitystä, koska käyttötukipalvelujen sisältö ja laajuus ovat erilaisia riippuen suunnittelutoimistosta. Käyttöpalveluista oli myös laitoksen esitys, palvelun tarpeen muuttumisesta laitoksen käyttöiän mukana.

Ryhmäkeskusteluissa seminaarivieraat jaettiin kuuteen ryhmään. Ryhmien aiheet olivat 1) Suunnittelu, 2) Kunnossapito, 3) Operointi, 4) Ohjeistukset, 5) Ulkoiset palvelut ja 6) Koulutus. Sattumanvaraisuudesta huolimatta ryhmissä oli hyvin edustettuina laitoksen johtoa, käyttäjiä sekä suunnittelijoita. Ryhmäkeskusteluja varten oli laadittu valmiiksi keskustelua herättäviä kysymyksiä tai ryhmät saivat keskustella valinnaisesti aiheesta vapaasti. Yhteenvetojen ja seminaaripalautteen perusteella kaikki ryhmät keskustelivat kysymyslistan mukaan. Ryhmät kirjoittivat keskustelusta muistiinpanot. Seminaarissa ryhmät esittivät lyhyen yhteenvedon keskustelusta ja samassa yhteydessä esiteltiin laitos- ja suunnitteluhaastatteluiden tuloksia samasta aiheesta.

4.3 Aineiston käsittely

Tutkimuksen haastattelut nauhoitettiin ja niiden pohjalta kirjoitettiin muistiinpanot. Kaikki haastateltavat saivat muistiinpanot luettavaksi ja hyväksyttäväksi. Eri haastatteluryhmien kommentointiaktiivisuus vaihteli – osa hyväksyi muistiinpanot sellaisenaan ja toisilla oli paljon tarkennuksia. Useimmat kommentit liittyivät teknisiin yksityiskohtiin.

Laitosten ja suunnittelijoiden haastatteluissa ja seminaarissa oli eri teemat, mutta niissä käsiteltiin tutkimustyön kannalta samaa tutkimusongelmaa. Haastatteluteemojen valintaan vaikutti, että laitokset varasivat haastatteluun ja laituskäyntiin aikaa koko päivän ja suunnittelijat yhden tai puolitoista tuntia.

Haastatteluista ja seminaarista kertyi paljon aineistoa. Tutkimuksen kannalta oleelliset tiedot on pyritty koostamaan tähän työhön. Tarkoituksena ei ole ollut vertailla eri laitoksia ja suunnittelutoimistojen käytäntöjä, vaan luoda yleiskäsitys laitosten ja suunnittelijoiden näkemyksistä. Tiedot on käsitelty anonymisti ja tunnistettavat erityispiirteet on jätetty pois. Seminaarin 14.11.2012 esityksistä on koottu yhteenvedot ja kaikki esityksen pitäjät ovat saaneet ne luettavaksi ja hyväksyttäväksi. Seminaariesitysten osalta tutkimuksessa on mainittu esittäjän nimi ja organisaatio. Seminaarin ryhmäkeskusteluissa laadituista muistiinpanoista ja ryhmän esityksistä on kirjoitettu yhteenvedot. Ryhmäkeskustelujen osalta ei analysoitu, miten ryhmän eri jäsenien organisaatio tai työkokemus on vaikuttanut keskusteluun.

5 JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN SUUNNITTELU, TOTEUTUS, TOIMINTA

Jätevedenpuhdistamohanke alkaa tarpeesta tehostaa, laajentaa, saneerata tai rakentaa uusi laitos Tässä luvussa tarkastellaan jätevedenpuhdistamoiden suunnittelua, toteutusta ja toimintaa perustuen laitosten ja suunnittelijoiden haastatteluihin sekä 14.11.2012 järjestettyyn seminaariin. Haastatteluissa selvitettiin laitosten ja suunnittelijoiden kokemuksia suunnitteluttamisesta, suunnittelusta, urakoinnista, käyttöönotosta ja käytöstä. Lisäksi selvitettiin, miten suunnitteluratkaisut vaikuttavat laitoksen toimintaan ja miten laitoksen käyttö otetaan huomioon suunnittelussa.

5.1 Laitosten haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin vuoden 2012 syys-lokakuun aikana 10 jätevedenpuhdistamon käyttöhenkilökuntaa ja johtoa. Haastattelututkimuksen tulokset on jaoteltu teemoittain eri alalukuihin 5.1.1 – 5.1.12.

5.1.1 Suunnitteluttaminen

Laitosten suunnitteluun vaikuttavat ympäristölupa, viemäröintialueen kasvu, puhdistamontontti, kustannukset ja laitoksen omat vaatimukset käytettävälle tekniikalle. Lähes kaikilla haastatelluilla laitoksilla suunnitteluttamisen tarve on alkanut ympäristöluvan tiukentuvista lupamääräyksistä, joita laitos ei pystyisi saavuttamaan ilman prosessimuutoksia tai lisäyksiköitä. Ympäristöluvan lisäksi laitoshankkeeseen vaikuttivat laitoksen olemassa olevan tekniikan kunto ja lähikuntien jätevesihuollon suunnitelmat. Joidenkin vesihuoltolaitosten laitos on ollut käyttöikänsä lopussa, ja nämä laitokset on korvattu täysin uudella laitoksella. Laajennustarve on saattanut syntyä, mikäli lähialueen jätevedenpuhdistamoiden vedet on haluttu johtaa keskitetysti suurempaan yksikköön tai viemäröintialuetta on kasvattanut uudisrakentaminen ja haja-asutuksen viemäröinti. Suunnitteluun on vaikuttanut myös laitoksen tonttitila, tontin muoto, pohjavedenpinta sekä lähialueen toiminnot kuten luontokohteet ja asutus. Lisäksi haastattelujen mukaan suunnitteluun vaikuttaa laitoksen toimintamuoto – yhtiömuotoisessa voitiin suunnitteluttaa vapaammin, kun taas puhtaasti kunnallisissa laitoksissa suunnitteluttamiseen vaikuttavat merkittävästi myös poliittiset päätökset.

Muutamalla laitoksella kustannukset rajoittivat laitoksen suunnittelussa automaatiomittauksen määrää ja laitevalintoja. Eräillä laitoksilla ajateltiin, että suuri laitoshanke toteutuu niin harvoin, että laitoksen laatu ja tekniikka eivät saa kärsiä kustannussyistä. Laitosten prosessisuunnittelulle asettamat tavoitteet vaihtelivat, mutta yleisesti vaatimukset prosessille olivat: helppo ajettavuus, joustavat ajotavat, korkea automaatiotaso ja väljä mitoi-

tus. Muutamalla laitoksella haluttiin, että suunnitteluratkaisut ja -menetelmät edustavat uutta tekniikkaa ja täten se toisi lisäarvoa alan edelläkävijyydestä. Toisaalta osa laitoksista halusi hyvin konservatiivisia ratkaisuja ja valinnoissa painotettiin suomalaisia referenssejä tai haluttiin samanlaisia ratkaisuja kuin laitoksella on ollut aikaisemmin.

Jätevedenpuhdistamoilla laitoksen suunnitteluun osallistui lähinnä laitoksen johtaja ja käyttöpäällikkö. Joillakin vesihuoltolaitoksilla on suunnitteluttamiseen ja rakennuttamiseen erikoistuneet henkilöt, jolloin laitoshankkeen koordinointi oli heidän vastuullaan. Käyttäjien edustajia oli suunnitteluvaiheessa mukana vain joillakin laitoksilla. Muutamalla laitoksella johto keskusteli käyttäjien kanssa suunnitteluvaihtoehtoista, ja käyttäjät saivat suunnitteluprosessin aikana kommentoida suunnitelmia. Joidenkin laitosten johto oli hankkeen alussa keskustellut käyttöhenkilökunnan kanssa, mitä asioita käytettävyyden kannalta on huomioitava suunnittelussa, mutta käyttäjien mukaan ideat eivät päätyneet suunnitelmaan. Rakentamisen aikana työmaakokouksissa oli mukana käytön edustus useimmilla laitoksilla, jolloin käyttäjät pääsivät vaikuttamaan toteutukseen. Muutamalla laitoksella laitoksen työnjohtajat olivat mukana suunnittelussa koko hankkeen ajan, ja käyttäjien mukaan he keskustelivat suunnitelmaratkaisuista käyttäjien kanssa. Joillakin laitoksilla oli oman henkilökunnan lisäksi palkattu lisäresursseja joko koordinoimaan hanketta tai valvomaan suunnittelua. Lisäresurssien tehtävänä oli valmistella ja avustaa laitoksen johtoa tekemään päätökset. Suunnitteluryhmän kokoonpano vaihteli eri laitoksilla. Haastatteluiden mukaan laitosten suunnitteluryhmässä on aina mukana laitoksen johto ja vaihtelevasti joko käyttöpäällikkö, työnjohtajia, käyttäjiä tai palkattuja lisäresursseja.

Laaja suunnitteluhanke toteutuu jätevedenpuhdistamolla hyvin harvoin, joten sen toteuttaminen on aina uusi tilanne. Haastateltujen laitosten välillä oli suuria eroja henkilömäärän, koulutuksen ja työhistorian osalta – laitokset ovat hyvin erilaisessa asemassa sen suhteen, miten paljon heillä on osaamista suunnittelutta. Haastatteluissa laitokset toivat esiin ison hankkeen haasteita, joita olivat: tarjouspyyntöjen laatiminen, sopimustekniikka, kilpailuttaminen, omien resurssien rajallisuus ja tiettyjen suunnittelualojen osaamisvaje kuten sähkö- ja talotekniikka. Lisäksi haastetta toivat useamman kunnan yhteishankkeet, joissa päätöksen tekeminen saattoi olla hidasta. Laitosten mukaan heillä on omaa osaamista suunnittelutta prosessi-, koneisto- ja layoutsuunnittelua ja henkilökunnan koulutuksen ja työhistorian kautta myös muillakin aloilla. Haastatteluissa jotkut laitokset totesivat, että suunnitteluun olisi pitänyt hankkia lisääpää päätöksen teon tueksi erityisesti niiltä suunnittelualoilta, joilla laitoksella ei ollut omaa asiantuntijaa. Ilman asiantuntemusta laitos ei voinut arvioida suunnitteluvaihtoehtoja eikä urakoitsijan muutosehdotuksia kun-

nolla. Muutamalla haastatelluilla laitoksilla oli osaamista lähes joka suunnittelualaan. Näillä laitoksilla suunnitteluttaminen ja hankkeiden koordinointi oli myös ammattitaitoista.

Haastattelussa kysyttiin, mikä on laitosten mukaan suunnittelijan rooli suunnitteluhankkeessa. Heidän mukaansa suunnittelijat ovat ensisijaisesti ostettua asiantuntijapalvelua, mutta sen lisäksi laitokset painottivat, että suunnittelijat ovat yhteistyökumppaneita. Suunnittelun hankinnassa useimmat laitokset halusivat enemmän tiettyjen asiantuntijoiden osaamista kuin tietyn yrityksen palveluita. Laitosten mukaan suunnittelijoiden henkilökohtaisella asiantuntemuksella on suurempi painoarvo kuin yrityksen referensseillä.

Kaikkien laitosten osalta ei voitu selvittää laitoksen ja suunnittelijan yhteistyötä, koska osalla laitoksista suunnittelussa mukana olleet henkilöt olivat jääneet eläkkeelle tai vaihtaneet työpaikkaa. Näissä kohteissa suunnittelusta oli yleensä vastannut yksi henkilö, kaikki suunnittelun aikainen tieto oli ollut hänellä. Nykyiset vastuuhenkilöt eivät usein olleet tietoisia edes osasta suunnittelun aikaisten dokumenttien arkistointipaikoista.

Kaikissa hankkeissa yhteistyö ei sujunut ilman ongelmia. Muutaman laitoksen mukaan osa suunnittelijoista otti heidän hankkeessaan vahvan roolin, jolloin laitoksen kokemukset ja näkemykset jäivät taka-alalle. Laitosten mukaan suunnittelijan tulisi keskustella avoimemmin hankkeen mahdollisista ongelmista, jotka voivat johtua resurssipulasta, osaamisvajeesta, aikatauluongelmista tai muista hanketta vaikeuttavista tekijöistä. Suunnittelijan tulisi myöntää tekemänsä virheet, ja ongelmat tulisi käsitellä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Joissakin hankkeissa laitoksesta tuntui, että heidän hankkeensa ei ole suunnittelijalle tärkeä, koska hanke eteni hitaasti ja kokouksissa sovittuja muutoksia ei viety suunnitelmiin.

Laitoshankkeen lopuksi järjestetään taloudellinen selvitys, mutta haastatteluiden mukaan laitoksilla olisi tarvetta myös hankkeen tarkempaan läpikäyntiin. Haastatelluista laitoksista yksi laitos järjesti hankkeiden lopuksi laatupalaverin, jossa oli mukana oman laitoksen edustuksen lisäksi suunnittelijat ja urakoitsijat. Laitos piti näitä laatupalavereja tärkeänä osana hankkeita, koska näissä tilaisuuksissa suunnittelijalla ja urakoitsijalla on mahdollisuus oppia hankkeesta. Lisäksi laitos koki, että kokoukset ovat tärkeitä jatkoyhteistyön kannalta.

5.1.2 Urakointi

Kaikilla haastatelluilla laitoksilla rakentamisen aikaisesta suunnittelusta vastasivat suunnittelutoimistot. Laitokset toivoivat, että suunnittelijat varaisivat riittävästi resursseja rakentamisen aikaiseen suunnitteluun, koska heidän mielestään suunnitelmat valmistuivat toisinaan hitaasti. Hektisen rakentamisen aikana suunnitelmia tarvittaisiin nopeasti. Joillakin laitoksilla oli toteutussuunnittelutarjouksessa pyydetty suunnittelijoita arvioimaan rakentamisen aikaisen suunnittelun tuntimäärät ja laitosten mukaan nämä tuntiarviot olivat usein arvioitu liian alhaisiksi. Laitosten mukaan suunnittelijan tulisi kiinnittää enemmän huomiota rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ja varata riittävästi resursseja.

Haastatteluiden perusteella urakoitsijoissa on eroavaisuuksia työnjohdon, lisälaskutuksen, osaamisen, suunnitelmien tulkitsemisen ja kommunikoinnin osalta. Yksi laitos kertoi, että urakoitsijalla oli hyvin vähän työnjohtoa ja työnjohto saattoi käydä työmaalla vain kerran viikossa, kun taas toisilla laitoksilla urakoitsijoilla oli useampikin työnjohtaja samaan aikaan paikalla. Osa laitoksista koki, että jos urakoitsijan toimipiste sijaitsee kaukana, niin tällöin urakoitsija ei tule riittävän usein paikan päälle. Tämä vaikuttaa urakan hitaaseen edistymiseen. Kaikki laitokset olivat tyytyväisiä urakoitsijan toimintaan, kun urakoitsijan kanssa käydään läpi hankkeen eripuolten roolit ja tehtävät. Laitosten mukaan urakoitsijoiden kanssa tulee osata pitää kiinni omista eduistaan. Urakoitsijoiden lisälaskuttamisen tarve vaihteli eri laitoksilla ja osa laitoksista koki, että urakoitsijat laskevat urakat siten, että he voivat kerätä hankkeen katteen lisälaskuttamalla ja olivat "ärhköitä" laatimaan lisälaskuja.

Urakan valvontaa pidettiin tärkeänä osana koko hanketta. Valvojan organisaatio vaihteli. Haastatelluilla laitoksilla valvojina oli ollut laitoksen omaa henkilökuntaa, oman kunnan tai kaupungin henkilökuntaa, suunnittelija tai palkattuja valvojia. Kaikista näistä oli laitoksilla sekä hyviä että huonoja kokemuksia. Haastatteluiden perusteella hyvä valvonta riippuu henkilöstä, ei hänen edustamasta tahosta. Laitoksen oma henkilökunta tulee työskentelemään laitoksella, joten valvontatehtävissä he pääsevät vaikuttamaan, että toteutus vastaa laitoksen tarpeita. Lisäksi tällä tavalla he tutustuvat uuteen laitoksen jo rakennusvaiheessa ja sitoutuvat sen toimintaan kiinteämmin. Haasteena laitosten mukaan on kuitenkin, onko omalle henkilökunnalle varattu riittävästi aikaa ja voidaanko henkilö vapauttaa normaalityöstä valvontatyöhön. Osa vesihuoltolaitoksista oli käyttänyt valvojina kunnan muiden osastojen tai virastojen henkilökuntaa mm. rakennusteknisessä valvonnassa. Vesihuoltolaitos koki, että eri osaston henkilöt hoitivat valvonnan oman toimen ohella lähinnä muodollisesti eikä heillä ollut aikaa olla aktiivisesti mukana vesihuoltolaitoksen hankkeessa. Suunnittelijoiden toimimisesta valvojina oli kahta eri mielipidettä. Hyviä puo-

lia ovat, että suunnittelija tuntee suunnitelmat sekä kohteen. Toisaalta haluaako suunnittelija nähdä omissa suunnitelmissa korjattavaa, joihin viimeistään valvonnassa pitäisi puuttua. Palkatuista valvojista oli erilaisia kokemuksia – osa laitoksista oli erittäin tyytyväisiä valvojan ammattitaitoon ja osa valvojista ei tuntenut vesihuollon toimialaa riittävästi.

5.1.3 Käyttöönotto

Kaikilla haastatelluilla laitoksilla prosessin ylösajo tai laajennusosan käyttöönotto oli sujunut odotettua helpommin ja puhdistustulos oli heti alusta lähtien ollut lupamääräysten mukainen. Prosessin ajoi ylös käyttöönotossa joko prosessisuunnittelija tai urakoitsija. Käyttöönotossa alussa olevat tekniset ongelmat eivät haastattelujen mukaan heikentäneet käyttöönottovaiheen onnistumista. Joillakin laitoksilla oli käyttöönottovaiheessa hajonnut laitteita tai oli havaittu, että esimerkiksi pumpun juoksupyörän tyyppi on vääränlainen. Nämä ongelmat käsiteltiin urakoitsijan kanssa ja niihin löydettiin ratkaisu. Joillakin laitoksilla oli tosin haastavaa löytää pumppuihin sopivia juoksupyöriä ja erityyppisiä juoksupyöriä kokeiltiin useita. Osa laitoksista oli hieman pettyneitä, kun he olivat valinneet mielestään laadukkaat laitteet, jotka eivät toimineetkaan toivotulla tavalla. Yhdellä laitoksella laitetoimittaja oli muuttanut laitetta valitsemalla heikkolaatuisempia osia kuin oli aikaisemmin käyttänyt.

5.1.4 Takuuaika

Takuuajan toimintatavat vaihtelivat laitoksittain erityisesti vikojen ilmoittamisen osalta. Yhdellä laitoksella on annettu ohjeistus, että takuuaikana ei tehdä itse korjauksia, vaan kaikki havaitut viat kirjataan ylös ja toimitetaan eteenpäin. Useimmilla laitoksilla laitokset ilmoittivat isoimmista vioista eteenpäin, mutta saattoivat itse korjata pieniä vikoja. Muutamalla laitoksella käyttäjät kokivat, että takuuaikana pitäisi antaa vaikutelma, että laitos toimii erinomaisesti, jotta laitos voisi toimia hyvänä referenssikohteena eikä vioista saa tehdä ilmoituksia. Toisaalta joillakin laitoksilla koettiin, että on helpompaa korjata viat ja tehdä parannuksia itse, jolloin suunnittelijan ja urakoitsijan takuuajan vastuita ei hyödynnetty. Näillä laitoksilla todettiin myös, että näin ei pitäisi toimia, vaan takuuaikana tulisi reklamoida aktiivisemmin.

5.1.5 Prosessi ja operointi

Laitokset saivat teemahaastattelussa vapaasti kertoa oman laitoksen kokemuksia prosessista ja operoinnista, joten käsitellyt aiheet vaihtelivat laitoksittain. Keskustelujen aihepiirit kattoivat prosessi- ja automaatio suunnittelun, mittaukset, veden jaon, virtaamien hallinnan, prosessilaitteet, kemikaaliannostukset ja käyttötuen.

Eri suunnittelualoista laitokset olivat tyytyväisimpiä prosessi- ja automaatiosuunnitteluun. Useilla laitoksilla automaatiosuunnittelija oli tehnyt tiivistä yhteistyötä laitoksen käyttöhenkilökunnan kanssa. Ainoastaan yhdellä laitoksella koettiin, että prosessisuunnittelu ei vastannut nykypäivän kriteerejä, koska prosessisuunnittelussa ei huomioitu sisäisiä kiertoja ja työhygieniää riittävästi. Muutamalla laitoksella mainittiin, että prosessin ja hydraulisen profiilin suunnittelijoiden tulisi tehdä tiiviimpää yhteistyötä, jotta prosessiin ei syntyisi pullonkaulakohtia. Joillakin laitoksilla koettiin, että suunnittelu oli prosessikeskeistä eikä aikaa jäänyt laitoksen käytettävyyden suunnitteluun. Laitokset arvostivat prosessisuunnittelijoiden ammattitaitoa ja usein laitoksen käyttöönoton jälkeen yhteistyö prosessisuunnittelijan kanssa jatkui. Yhteistyö saattoi olla prosessikoulutusta, mittausdatan analysointia, käyttötukipalvelua, prosessin ajoparametrien säätämistä tai muuta prosessiin liittyvää tukea, jota laitokset tarvitsivat. Laitokset olivat itse aktiivisia pyytämään apua eivätkä he kokeneet, että heille markkinoitaisiin lisäkonsultointia.

Prosessilaitteiden osalta laitoshastatteluissa tuotiin esiin pääasiassa laitteissa esiintyneitä ongelmia ja hyvin toimivat osat jäivät vähemmälle huomiolle. Haastatelluilla laitoksilla eniten prosessiongelmia oli havaittu pumppujen juoksupyörien toiminnassa ja pumppuun soveltuvan juoksupyörätyypin löytäminen oli haastavaa. Useimmat ongelmat voitiin ratkaista jo takuuaikana yhdessä urakoitsijan ja laitetoimittajan kanssa. Laitteiden mitoituksissa oli huomioitu hyvin maksimivirtaamat, mutta osalla laitoksia oli vaikeaa operoida minimivirtaamilla.

Automaation taso on laitoksilla noussut jatkuvasti ja isoilla laitoksilla automaatiomittaukset ovat korvanneet laitosten omat käyttötarkkailun pika- ja kyvettitestit. Toisaalta isoilla laitoksilla käyttötarkkailua varten tehtiin paljon analyysejä laboratoriossa. Joillakin tutkimuksen keskisuurilla laitoksilla oli käyttäjien mukaan automaatiomittauksia korvattu kustannussyistä pika- ja kyvettitesteillä. Yleisesti laitokset halusivat, että automaation taso on korkea ja mittauksia toivottiin enemmän. Käyttäjät eivät pitäneet mittareiden huoltoa, kalibrointia ja seurantaa työläänä vaan osana arkirutiineja. Joidenkin laitosten työnjohto ja käyttöhenkilökunta kokivat tarvitsevansa lisäkoulutusta mittaus tulosten analysointiin ja käsittelyyn. Muutamalla laitoksilla oli tulosten tulkintaan omia tai prosessisuunnittelijan laatimia ohjeita, mutta koulutustarve painottuu enemmän datan käsittelyyn.

Laitokset tunnistivat prosessinsa epävarmat mittaukset ja mittauspisteet. Suurimmat ongelmat olivat virtausmittauksissa ja lieteprosessin kiintoainemittauksissa. Epäluotettavien virtausmittausten osalta laitokset pystyivät arvioimaan, paljonko mittaus tuloksessa oli epävarmuutta. Mittausvirheet johtuivat usein asennuspaikasta. Laitosten mukaan mittaus-

ten sijoittamisessa tulisi ottaa huomioon, että mittaria päästää helposti huoltamaan ja virtausolosuhteet olisivat mittausten kannalta sopivat.

Useimmilla laitoksilla oli havaittu, että prosessilinjat eivät ole identtisiä, vaan linjat kuormittuvat hydraulisesti ja kiintoaineen suhteen epätasaisesti. Vesi ei jakautunut puhdistamon eri linjoille tasaisesti. Joillakin laitoksilla oli totuttu linjojen erilaisuuteen ja sitä pidettiin laitoksen ominaisuutena, joka tulee ottaa huomioon prosessiajossa. Joidenkin haastattavien mukaan suunnittelijalla tulisi olla ammattitaitoa suunnitella veden jakautuminen tasaisemmin. Laitosten mukaan veden epätasainen jako johtuu liian pienistä tai ahtaista jakokanavista ja -altaista. Joillakin laitoksista virtausnopeus kasvoi jakokanavissa tai virtausprofiili muuttui vedenjakopisteessä turbulenttiseksi.

Muutamalla laitoksella kemikaalin syöttöpiste sijaitsi kaukana kemikaalin varastoinnista ja annostuslaitteistosta. Käyttäjien mielestä kemikaalin annostuslaitteiston tulisi olla lähellä annostuspaikkaa siirtopumppauksen vähentämiseksi. Prosessin tehostamiseksi osa laitoksista oli selvittänyt kemikaloinnin optimisyöttöpistettä ja tehneet sen perusteella muutoksia annostuspaikkaan. Yhdellä laitoksella oli suunnitelmissa vaihtaa kemikaaliannostusputket kovempaan materiaaliin, koska alkuperäiset putket menivät helposti kasaan.

Teollisuusjätevedet ja suuret virtaamavaihtelut vaikeuttavat laitoksen operointia. Kaikilla laitoksilla ei ole tulevan virtaaman osalta tasauskapasiteettiä, esimerkiksi tulotunnelia, jolloin virtaamavaihtelut voivat olla äkkinäisiä. Teollisuuslaitokset eivät aina ilmoita laitoiksille poikkeavista jätevesistä ja suuresta virtaama- tai kuormamäärästä, jolloin laitos ei pysty ennakoimaan tulevaa kuormitusta. Laitokset, joilla on ongelmia teollisuusjätevesien kanssa, ovat keskustelleet ongelmasta ja laatineet yhteiset ohjeet teollisuuden kanssa. Yhteydenpito on tämän seurauksena parantunut ja teollisuuslaitokset ovat ilmoittaneet poikkeavista kuormista useammin.

5.1.6 Kunnossapito ja huolto

Haastatteluissa keskusteltiin paljon kunnossapidossa ja huollosta erityisesti laitoskierroksilla. Laitokset kokivat, että suunnittelussa ei ole riittävästi aikaa ottaa huomioon huollon ja kunnossapidon tarpeita ja lisäksi osa laitosten käyttäjistä koki, että laitoksen johto tai suunnittelijat eivät huomioi riittävästi käyttäjien kokemuksia suunnittelussa. Haastatteluissa keskusteltiin kunnossapidon organisoinnista, huolto-ohjelmista, laitteiden sijoituksesta, laitostiloista, nostimista ja putkistosuunnittelusta. Useilla laitoksilla haluttiin kehittää prosessin huollettavuutta sekä kunnossapitoa ja monilla laitoksilla käyttäjät olivat mukana kehitystoiminnassa.

Laitoksilla oli erilaisia tapoja organisoida kunnossapito- ja huoltotyöt. Yksi laitoksista oli ulkoistanut kaikki kunnossapitopalvelut. Kunnossapidon esimiehenä toimi laitoksen edustaja, jolloin tiedonkulku kunnossapitoon ei katkennut. Muilla laitoksilla laitoksen koosta riippuen tehtiin osa huolto- ja kunnossapitotöistä itse ja osassa käytettiin ulkopuolisia toimijoita erillisissä toimenpiteissä. Kriteereinä huollon ja kunnossapidon ulkoistuksella oli, että työ vaatii erikoisosaamista ja erikoistyökaluja tai kyseessä on iso ja työläs urakka. Kaikilla laitoksilla oli huoltosopimuksia, mutta niiden määrä vaihteli - osalla enemmän ja joillakin vain muutama. Pienillä laitoksilla kunnossapito- ja huoltotoiminnot kuuluivat prosessioperaattoreille. Isoilla laitoksilla oli oma kunnossapitoryhmä. Yhdellä laitoksella oli haluttu monipuolistaa kunnossapitoryhmän töitä ja heillä oli käytössä työnkierto. Työkierron myötä ennakoiva kunnossapito oli tehostunut, koska se oli yhtenä työkierron tehtävistä.

Kaikilla laitoksilla oli jokin sähköinen järjestelmä huollon ja kunnossapidon tueksi. Järjestelmä oli joko automaatiojärjestelmän huoltokortisto tai kunnossapito-ohjelmisto. Erityisesti järjestelmät koettiin tarpeellisiksi ennakkohuollon ja -kunnossapidon järjestämiseen. Ohjelmistojen käyttöönotto oli laitosten mukaan hidasta - erityisesti laitetietojen merkitseminen ja ohjelmiston käytön siirtyminen osaksi rutiinityötä sujui osalla henkilöstöä hitaasti, mutta ohjelmistoon perehdyttyä käyttäjät pitivät ohjelmistoja hyödyllisinä. Arkikäytössä laitokset kokivat ohjelmistojen helpottavan huolto- ja kunnossapitotöiden organisointia ja yhdellä laitoksella ohjelmisto hankittiin käyttäjien pyynnöstä. Automaatiojärjestelmän huoltokortisto yksinkertaisimmillaan vain hälytti käyntiajan tai kalenterin mukaan tehtävistä huoltotoimenpiteistä eikä järjestelmään voinut kirjata tietoja tehdystä työstä. Osassa automaatiojärjestelmien kunnossapito-osissa pystyi myös kirjoittamaan lisätietoja ja lisäämään tehtyjä töitä. Joillakin laitoksilla oli automaation huoltokortiston lisäksi taulukkolaskentapohjainen huoltopäiväkirja. Isoilla laitoksilla oli käytössä kunnossapito-ohjelmistoja, joissa on monipuolisesti toimintoja kunnossapidon tarpeisiin. Kunnossapito-ohjelmistot koettiin hyvin monipuolisiksi. Todettiin myös, että niissä on jopa liian paljon ominaisuuksia. Osa laitoksista oli aluksi syöttänyt liikaa tietoa ohjelmistoon, minkä jälkeen ohjelmiston ylläpito tuli työlääksi.

Laitoksella oli helpompi työskennellä, jos laitteet oli sijoitettu väljästi ja näillä laitoksilla käyttäjät olivat tyytyväisimpiä laitostiloihin. Väljä laitesijoitus helpotti ja nopeutti huolto- ja kunnossapitotöitä. Laitesijoittelu vaikutti myös laitoksen laajennus- ja muutostöihin, ahtaissa tiloissa muutokset oli hankala toteuttaa eikä tiloja voitu jälkikäteen kehittää. Ahtaat laitostilat ja hankalasti sijoitetut laitteet hidastivat työntekoa ja joissakin kohteissa käyttäjät kertoivat välttävänsä työskentelyä näissä tiloissa, jolloin kaikkia ennakkohuolto-

ja ei tullut tehdyksi huolto-ohjelman mukaisesti. Useimmilla tutkimuksen laitoksilla esikäsittelyosa oli suunniteltu ja rakennettu ahtaaksi. Joillakin laitoksilla prosessitilat olivat väljät, mutta laitteet sijoitettu ahtaasti. Huoltokäytävien ja -tasojen tulisi olla esteettömiä, väljiä ja niissä tulisi välttää tasuja – erityisesti kiiretilanteissa nämä voivat aiheuttaa laitosten mukaan työturvallisuusriskin.

Useilla laitoksilla käyttäjät halusivat pitää laitostilat puhtaina, mutta kaikilla laitoksilla puhtaanapitoa ei ollut huomioitu riittävästi. Käyttäjät esittelivät laitostiloissa hankalasti puhtaana pidettäviä tiloja, joissa puuttui vesipiste tai lattiakaivo, lattian kaadot saattoi olla väärin tai niitä ei ollut ja lattia oli koottu elementeistä, joiden läpi pääsi vettä alempiin kerroksiin. Muutamilla laitoksilla oli laitostiloissa paljon pieniä hyönteisiä, jotka kuollessaan aiheuttivat ylimääräistä siivottavaa.

Laitosten haastatteluissa useilla laitoksilla käyttäjät olivat tyytymättömiä nostimien suunnitteluun – nostimet puuttuivat, ne olivat väärässä paikassa tai niiden nostokapasiteetti on mitoitettu väärin. Ainoastaan muutamalla laitoksella ei ollut mitään kommentteja nostimien suhteen.

Käyttäjät pitivät katettuja tai kalliolaitoksia huollon ja kunnossapidon kannalta miellyttävänä työympäristöinä. Laitoksen sijaitsevat usein vesistön läheisyydessä ja Suomen sääolosuhteissa työskentely ulkona ei ole miellyttävää ja lisäksi laitoshenkilökunta pelkäsi, että ulkona sijaitsevat laitteet tulevat kärsimään Suomen sääoloista. Osa ulkona sijaitsevista laitteista oli käyttäjien mukaan suojattu heikosti rakennusvaiheessa. Laitos oli jälkikäteen lisännyt suojia, mutta laitos koki, että nämä olisi pitänyt ottaa huomioon paremmin jo suunnitteluvaiheessa.

Haastavimmaksi työksi mainittiin useilla laitoksilla altaiden tyhjennykset. Osa laitoksista kertoi, että laitoksella ryhdytään suunnittelemaan altaiden tyhjennyksiä jo keväällä, jotta ne sujuisivat kesän aikana ilman ongelmia. Tyhjennykset haluttiin tehdä kesällä pienten virtaamien takia. Näillä laitoksilla käytettiin tyhjennykseen siirrettäviä pumppuja ja käyttäjät toivoivat, että altaiden tyhjennysten sujuvuus olisi huomioitu jo suunnittelussa.

Laitokset arvostivat, jos putkistosuunnittelija kävi laitoksella tutustumassa huolella laitostiloihin. Joillakin laitoksilla koettiin, että suunnittelija ei käynyt riittävästi laitoksella ja tämän takia putkistosuunnittelussa putkikoot saattoivat vaihtua ilman järkevää syytä, putkistot muistuttivat sokkeloa ja putkistoista puuttui huuhteluyhteitä sekä venttiilejä. Laitokset olivat itse tehneet muutoksia ja parannuksia mm. lisänneet huuhteluyhteitä, venttiilejä ja yksinkertaistaneet putkisokkeloita.

5.1.7 Työturvallisuus ja työhygienia

Ympäristönäytteenottajille tarkoitettussa oppaassa (Ympäristöministeriö 2006) mainitaan työturvallisuusriskeiksi jätevedenpuhdistamolla kompastumiset, liukastumiset, putoamiset, kaasut, tartuntariski ja hapenpuute. Laitoshaastatteluissa käyttäjät mainitsivat samat riskit ja lisäksi laitospölyllä tutustuttiin riskialttiisiin työskentelypaikkoihin ja rakenteisiin.

Kaikilla laitoksilla oli säännölliset työturvallisuus- ja työterveystarkastukset. Laitokset pitivät työturvallisuutta tärkeänä. Käytännössä työturvallisuuteen panostaminen tarkoitti, että laitoksen johto reagoi työturvallisuushavaintoihin ja niiden perusteella tehtiin muutoksia. Käyttöhenkilökunta kertoi, että mikäli he tarvitsivat uusia työsuojaimia tai muuta työturvallisuuteen liittyvää välineistöä, niin niitä hankittiin laitokselle.

Suurimmalla osalla haastatelluista laitoksista koettiin, että suunnitteluratkaisuihin oli huomioitu työturvallisuus hyvin. Muutamalla laitoksella oli havaittu poikkeamia työturvallisuuskatselmuksissa sekä laitoshenkilökunta koki, että toteutuksessa olisi pitänyt ottaa huomioon enemmän laitoksen toimintaa työturvallisuuden osalta. Näillä laitoksilla oli hankkeen valmistumisen jälkeen tehty parannuksia laitoksen työturvallisuuteen. Parilla laitoksella prosessiputkistoon oli asennettu ilmanvaihtoputkien kannattimet, jolloin riskinä on, että kannattimet eivät kestä veden painoa – näillä laitoksilla oli kannattimet vaihdettu kestävämpiin. Joillakin laitoksilla oli ahtaat huoltokäytävät ja niissä oli hankala kulkea, koska käytävän keskeltä saattoi nousta luokkuja tai venttiilin karoja. Työturvallisuustarkastuksissa oli yksi laitos saanut huomautuksen liian heikkorakenteisista tikkaista. Lisäksi laitoksilla oli työturvallisuuden kannalta haastavia huoltokohteita kohteita kuten korkeita paikkoja.

Lähes kaikilla laitoksilla haisevien tilojen ilmanvaihto oli käyttöhenkilökunnan mukaan riittävän tehokasta. Vain muutamalla laitoksella käyttäjien mielestä ilmanvaihto voisi olla tehokkaampaa. Yhdellä laitoksella lietteenkäsittelyssä oli tulo- ja poistoilma vierekkäin, jolloin haiseva ilma kiersi tilassa. Hajuja oli huomioitu myös siten, että välpejätessäiliöt ja lietesiilot olivat katettuja. Laitoksilla oli myös kohdepoistoja tehostamassa hajunpoistoa. Poistoilman käsittely-yksikköjä oli haastatelluista laitoksista yhdellä, koska laitos sijaitsi omakotialueella.

Jäteveden tartuntariskit on tiedostettu laitoksilla. Tartuntariskeihin on varauduttu laitoksilla kattavilla rokotosohjelmilla sekä riskeistä ja työhygieniasta tiedottamalla. Laitoksilla on työskentelyä varten erilaisia suojaimia: hengityssuojaimia, erilliset vaatteet likaisiin töihin ja erilaisia suojakäsineitä. Käsihygieniasta huolehtiminen on jätevedenpuhdistus-

moilla tärkeää. Käyttäjät kertoivat, että laitoksilla on riittävästi erilaisia suojakäsineitä ja käsien pesupaikkoja. Työhygienian osalta joillakin laitoksilla on ongelmana osan henkilökunnan asenne, jota haastateltavat kuvasivat sanalla ”äijämeininkiä”, nämä henkilöt eivät halua käyttää suojakäsineitä tai muita työsuojaimia.

Jätevedenpuhdistamoilla voi muodostua räjähdysvaarallisia kaasuja ja hapettomia tiloja, erityisesti lieteprosessissa sekä ahtaissa ja suljetuissa tiloissa. Räjähdysvaarallisissa tiloissa on räjähdysvaarariskistä ilmoittavat Ex-merkinnät. Osassa räjähdysvaarallisissa tiloissa on kaasuilmaisimet, joissa on äänihälytys ja vilkkuva visuaalinen hälytys. Lähes kaikilla laitoksilla oli kannettavia kaasumittareita ja muut laitokset kertoivat, että niitä oltiin hankkimassa. Yhdellä laitoksella käyttäjillä oli aina happimittari mukana laitostiloissa, koska laitoksella oli havaittu alhaisia happipitoisuuksia ja siitä aiheutuvaa huonovointisuutta. Syytä prosessitilojen alhaiseen happipitoisuuteen ei tiedetty.

Liukastumisriskin aiheuttaa talvisin huoltokäytävien jäätyminen ulkolaitoksilla sekä polymeeriliuos ja polymeerin käsittely. Lietteen kuivauksen ja joissakin laitoksilla jälkiselkeytyksen tehostamiseen annostellaan polymeeriä. Polymeeri on kastuessaan erittäin liukas. Useilla haastatelluilla laitoksilla oli polymeerin annostelutiloissa isot varoituskyltit liukastumisvaarasta.

5.1.8 Koulutus

Laitoksilla on erilaisia tapoja ylläpitää ammattitaitoa. Yleensä koulutuksen ajatellaan olevan kursseja ja koulutustapahtumia, mutta laitosten haastatteluissa nousi esiin paljon muitakin väyliä ylläpitää ammattitaitoa. Näitä muita oppimisväyliä ovat erilaiset alan tapahtumat, laitosvierailut, keskustelut kollegoiden kanssa, sisäinen tiedonsiirto ja laitehankintojen yhteydessä tehtävät vierailut referenssikohteisiin. Koulutustilaisuudet koettiin tärkeänä osana myös verkostoitumista ja laitokset kertoivat, että usein tilaisuuksien paras anti oli epämuodolliset keskustelut kollegoiden ja muiden asiantuntijoiden kanssa.

Haastateltujen laitosten käyttöhenkilökunta on osallistunut Vesilaitosyhdistyksen VVY:n, Ammattien edistämislaitoksen AEL:n, eri Vesiensuojeluyhdistysten ja Suomen ympäristöopiston SYKLI:n järjestämille kursseille. Laitoksilla pääsi osallistumaan kursseilla käytännössä aina halutessaan. Laitosten johtajat arvostivat aktiivisia työntekijöitä, jotka itse etsivät sopivia koulutustilaisuuksia. Toisinaan esimiehet myös ehdottivat sopivia kursseja, mutta he pitivät motivoituneisuuden merkinä, jos työntekijät olivat itse selvittäneet itselleen sopivat koulutukset. Koulutustarpeita sivuttiin myös kehityskeskusteluissa. Osa haastateltavista kertoi opiskelevansa omalla ajallaan joko suoraan työhön liittyvää tai oman kiinnostuksen mukaisesti. Useimmilla laitoksilla käyttöhenkilökunta osallistui melko vä-

hän kursseille, koska koulutuspaikat sijaitsivat kaukana tai kursseista ei koettu saavan mitään konkreettista hyötyä.

Lähes kaikilla laitoksilla johto kouluttautui. Johtajat ja esimiehet kävivät johtamiseen liittyviä kursseja, jotka olivat joko ulkopuolisen tahon järjestämiä, oman organisaation tai kunnallisilla laitoksilla kunnan tai kaupungin järjestämiä. Johtoporras kehui erityisesti Tampereen Teknillisen Yliopiston järjestämää VETO Vesihuollon johtaminen ja kehittäminen – kurssia. Koulutus on suunnattu vesihuollon johto- ja asiantuntijatehtävissä toimiville ja koulutukseen osallistuvilla tulee olla vähinään ammattikorkeakoulututkinto tai vastaavat tiedot ja alan työkokemusta. Koulutuksen käyneet kokivat, että he saivat kurssilla ajankohtaista tietoa vesihuollosta ja tulevaisuuden trendeistä, saivat hyviä kontakteja muihin vesihuollon ammattilaisiin ja kurssin harjoitustyössä pääsivät kehittämään oman laitoksen toimintaa.

Käyttäjien sekä johdon mukaan koulutustapahtumissa parasta on verkostoituminen ja kollegoiden kanssa käydyt keskustelut. Useissa haastatteluissa pidettiin tärkeänä, että koulutustilaisuuksissa on mahdollisuus vapaaseen keskusteluun. Osa haastatelluista kertoi, että he pyrkivät pääsemään tauoilla keskustelemaan luennoitsijoiden kanssa, koska näissä keskusteluissa he kokivat oppivansa uutta.

Kaikki haastatellut laitokset kävivät laitosvierailuilla ja järjestivät näitä myös itse. Toisinaan laitospöytäkäynnit liittyivät johonkin hankkeeseen ja haluttiin nähdä tietty ratkaisu tai vierailu saattoi olla yleiskierros. Vierailuja on teollisuuteen verrattuna helppo järjestää, koska yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla ei ole prosessiin tai toimintaan liittyen salattavaa ja tietoa jaetaan mielellään. Kaikki haastatellut laitokset kokivat vierailut tärkeinä ja opettavaisina sekä toivoivat, että niitä voitaisiin tehdä ainakin kerran vuodessa tai useammin. Laitospöytäkäynnit tehdään myös suunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden tai laitetoimittajien kanssa, jolloin käydään tutustumassa referenssikohteissa tiettyyn suunnitteluratkaisuun, prosessiin tai laitteeseen.

Laitosten mukaan vierailut olivat usein yleisesittelyjä. Laitokset toivoivat, että pääsisivät eri aloittain tutustumaan tarkemmin laitokseen. Yhdessä laitoshaastatteluissa tuotiin esiin, että olisi mielenkiintoista päästä toisella laitokselle päiväksi ”työharjoitteluun” eli ihan käytännössä tekemään tai seuraamaan töitä. Toisaalta laitoksilla koettiin, että ei haluttaisi aiheuttaa isäntälaitokselle vaivaa järjestelyistä. Jotta uudenlaiset vierailut toteutuisivat, tulisi jonkun laitoksen aloittaa vierailut tai järjestää omalle laitokselleen ”työharjoittelu”.

Käyttöönottokoulutuksesta vastasivat urakoitsijat ja laitetoimittajat sekä joillakin laitoksilla käyttöönottokoulutusta piti prosessisuunnittelija tai automaatio-suunnittelija. Laitokset pitivät käyttöönottokoulutuksia tärkeinä, mutta heillä oli myös paljon kehitysideoita koulutukseen. Laitokset toivoivat, että kouluttajat suunnittelisivat koulutuksen paremmin laitoksen tarpeita ajatellen, koska käyttöönottovaiheessa koulutuksia on hyvin paljon ja koulutuksissa tulee paljon asiaa. Koulutuksista tulisi karsia epäoleelliset asiat pois, jotta koulutuksesta jäisi paremmin mieleen tärkeimmät asiat.

Yhdellä laitoksella käyttäjät toivoivat, että käyttöönottokoulutus voisi olla kaksiosainen, jotta koulutuksen asiat pystyttäisiin omaksumaan paremmin. Aluksi olisivat lyhyet perehdytyskoulutukset ja tämän jälkeen käyttäjät voisivat opetella ajamaan laitosta. Kun käyttäjät ovat tutustuneet laitokseen ja heillä on herännyt kysymyksiä, niin pidettäisiin toinen koulutus, jossa asioita käsiteltäisiin tarkemmin sekä käytäisiin läpi käyttäjien kysymyksiä ja kokemuksia. Osa haastatelluista laitoksista olisi halunnut joistakin aiheista perusteellisempaa ja käytännön läheisempää koulutusta erityisesti, jos laitokselle tulee aikaisempaa verrattuna käyttäjille täysin uusia asioita.

Haastatteluissa kysyttiin laitosten koulutustarpeita. Laitokset halusivat lisäkoulutusta sähkö- ja automaationperusteista, lainsäädännöstä ja sopimustekniikasta. Lainsäädännön osalta laitokset mainitsivat hankintalain ja ympäristölainsäädännön. Laitokset eivät maininneet jätevesiprosesseihin liittyviä aiheita.

Haastatteluissa käyttäjät kertoivat, että kurseilta saa hyvää perustietoa ja teoriapohjaa. Osa koki, että kursseilla luennoitsijat markkinoivat liikaa omaa organisaatiota tai omia tuotteita. Koulutuksen toivottiin olevan käytännönläheisempää. Käyttäjät toivoivat, että kursseilla pitäisi päästä tekemään jotakin, jotta haastateltavien sanojen mukaan ”jaksaisi pysyä hereillä”. Jos kurssilla ei ole mahdollista käytännön töihin, niin kursseilla voisi olla enemmän keskustelua tai ryhmätöitä. Luennoitsijoiden tulisi haastatteluiden perusteella suunnitella luennot kohderyhmän mukaan.

5.1.9 Ohjeet

Laitoksilla oli erilaisia urakoitsijoiden, laitetoimittajien, suunnittelijoiden ja laitoksen itsensä laatimia ohjeita. Kaikki laitokset ovat saaneet käyttöönoton yhteydessä urakoitsijalta ja laitetoimittajilta käyttöohjeita. Ohjeet olivat olleet laitoksella käytössä laitoksen käytön harjoitteluvaiheessa. Käyttöönoton jälkeen arkikäytössä ohjeita tarvittiin vain, jos ilmeni normaalista poikkeavia vikoja. Haastatteluissa kerrottiin, että ohjeiden taso vaihteli. Toisaalta vain yksi laitos kertoi asettavansa vaatimuksia ohjeille. Laitos halusi, että laitetoimittajat ja urakoitsijat räätälöivät ohjeet laitoksen tarpeisiin.

Laitoksen koosta riippuen laitokset laativat prosessiajon, huollon ja kunnossapidon sekä mittausdatan analysointia varten omia ohjeita. Isoilla laitoksilla koettiin tärkeäksi dokumentoida yhteisesti sovitut käytännöt, jotta kaikki operaattorit toimisivat samalla tavalla, eikä prosessiajossa näkyisi jokaisen henkilökohtainen ”käsiala”. Pienillä laitoksilla koettiin, että ohjeiden kirjoittaminen ei ole tarpeellista, koska ohjeistus on tehokkaampaa työtä tehdessä. Yksi haastateltava laitos kertoi, että laitoksen ei tarvitse laatia ohjeita, koska henkilökunnan tulee osata hoitaa työnsä omalla ammattitaidolla, eikä ohjeiden perusteella – poikkeavissa tilanteissa laitos luotti oman henkilökunnan ongelmanratkaisukykyyn. Joillakin ohjeita ei laadittu, koska koettiin, että niissä tulee ottaa huomioon kaikki mahdollinen, ja koska sellaisen laatiminen on hankalaa. Niiden mukaan puutteellisia ohjeita ei kannata laatia. Joillakin laitoksilla kerrottiin, että nuoret operaattorit kirjoittivat mielellään ohjeita ja kokivat ne tärkeiksi.

Suunnittelijat olivat laatineet käyttökoulutuksia varten ohjeita ja osa näistä oli käyttäjien mielestä erinomaisia. Hyvä ohje on operaattoreiden mukaan lyhyt ja yksinkertainen. Esimerkiksi yhdellä laitoksella prosessin ajo-ohjeet oli tiivistetty yhdelle A4-paperille.

Laitoksilla kertyy huolto- ja kunnossapito-ohjeita kunnossapitojärjestelmiin, jos käyttäjät kirjaavat tehdyt toimenpiteet niihin. Usein laitosten laatimat ohjeet oli laadittu töistä, joita tehdään harvoin. Lisäksi päivystystä varten olivat erilliset ohjeet ulkopuolista käyttäjää varten, koska erityisesti pienillä laitoksilla päivystäjät saattoivat olla verkosto- tai juomavedenkäsittely-yksiköstä. Eräällä laitoksella ohjeet oli koottu siten, että niissä oli kuva kohteesta ja lyhyet, yksiselitteiset tekstit – päivystäjät kokivat, että ohjeet helpottavat työntekoa. Joillakin laitoksilla ohjeita oli myös prosessitiloissa kohteen luona.

5.1.10 Käyttötuki

Haastatteluissa käyttötueksi koettiin yhteistyö prosessisuunnittelijan kanssa, velvoite-tarkkailijan ohjeet sekä laitteiden ja automaation huoltosopimukset. Kahdella laitoksella oli kokemusta käyttötukisopimuksista. Toisella laitoksella käyttötukisopimus oli ollut laitoksen ensimmäisinä käyttövuosina ja toisella laitoksen käyttöönotosta lähtien. Osa laitoksista halusi itse oppia ajamaan laitosta, eivätkä he kokeneet tarpeelliseksi käyttää ulkopuolisia tahoja.

Laitokset, joilla oli kokemusta käyttötukipalveluista, pitivät palvelua hyödyllisenä ja hyvänä tapana kehittää myös omaa osaamista. Yksi laitos mainitsi, että omalla prosessilla tulee ”sokeaksi” ja ulkopuolinen taho pystyy näkemään laitoksen prosessin eri näkökulmasta. Prosessisuunnittelijoilla on kokemusta useista eri laitoksista ja prosesseista, joten heiltä saa usein ratkaisuvaihtoehtoja, joita laitos itse ei osannut ajatella.

Laitos, jolla oli pitkäaikainen käyttötukisopimus, piti käyttötukea yhä tärkeänä. Käyttötuki on muuttunut laitoksen käyttövuosien aikana laitoksen tarpeiden mukaan. Aluksi käyttötuki oli ollut prosessiparametrien määrittämistä ja tulosten analysointia. Kun käyttäjät olivat oppineet ajamaan uutta prosessia, käyttötuki oli muuttunut enemmän prosessin hienosäädöksi kuten: kemikaaliannostusten optimointi, automaatiomittausten hienosäätö ja prosessiparametrien tarkempi analysointi.

5.1.11 Laitoksen edut ja tyytyväisyystekijät

Laitoshaastatteluissa kysyttiin, mitkä ovat oman laitoksen edut ja mihin tekijöihin ollaan tyytyväisiä. Vastaukset liittyivät laitoksen työilmapiiriin, työskentelytiloihin, teknisiin ratkaisuihin, suunnittelijan toimintaan ja laitoksen mitoitukseen. Useat laitokset esittivät haastatteluissa kriittisiä näkemyksiä laitoksen suunnittelusta, mutta kuitenkin ilmaisivat oman laitoksensa olevan ”Suomen paras”.

Useilla laitoksilla kerrottiin, että heillä on hyvä työilmapiiri ja mukavat työkaverit. Henkilöstön osalta laitoksen johto piti oman laitoksen etuna, että heillä on motivoitunut ja ammattitaitoinen käyttöhenkilökunta. Osalla laitoksista käyttäjät kertoivat, että sen johto on ammattimaista ja osaavaa. Johto sai erityisesti kehuja, jos oli ottanut käyttäjät mukaan suunnitteluhankkeisiin. Yhdellä laitoksella kuvattiin laitoksen ilmapiiriä kehitysmyönteiseksi, ja johto oli tyytyväinen, koska oli saanut käyttäjät esittämään kehitysideoita. Kehityskohteena saattoi olla huoltoon, kunnossapitoon, operointiin, työturvallisuuteen ja muuhun toimintaan liittyvät ideat.

Käyttäjät olivat tyytyväisiä väliin prosessitiloihin, joissa pystyy helposti tekemään huolto- ja kunnossapitotyöt. Laitoksilla halutaan pitää prosessitilat puhtaina, joten käyttäjät arvostivat, jos suunnittelussa siivoaminen oli otettu hyvin huomioon. Puhtaanapidon lisäksi tehokas ilmanvaihto lisää työskentelymukavuutta. Työskentelyn kannalta käyttäjät pitivät tärkeinä riittävän suuria versta- ja varastotiloja. Lisäksi kiitosta saivat siistit sosiaalitilat ja saunomismahdollisuus. Muutamalla laitoksella koettiin, että puhdistamon arkkitehtuuri parantaa työympäristöä.

Teknisistä ratkaisuista haastatteluissa arvostettiin laitosten korkeaa automaation tasoa sekä laadukkaita ja uutta tekniikkaa edustavia laitteita. Automaation osalta oltiin tyytyväisiä uusiin mahdollisuuksiin analysoida automaatiodataa kuten kuvaajaominaisuuksia. Laitteiden osalta oltiin erityisen tyytyväisiä, jos laitos oli itse ollut mukana päättämässä laitevalintoja, tällöin laitoksen edustajan mukaan ”ei kehdata valittaa valinnoista”.

Kaikki laitokset olivat tyytyväisiä prosessisuunnitteluun, jonka ansiosta puhdistustulos oli hyvä. Laitoksen operoinnin osalta käyttöä helpotti välttää prosessimitoitusta ja toimintavarmuutta lisäsi ylimääräinen kapasiteetti. Typenpoistolaitoksilla oltiin tyytyväisiä, mikäli heidän ei tarvinnut syöttää lisähiiltä tulevan jäteveden laadun ansiosta tai tulevan jäteveden hiili voitiin hyödyntää tehokkaasti prosessiteknisin keinoin kuten johtamalla osa jätevedestä esiselkeytyksen ohi. Laitokset arvostivat myös, jos prosessisuunnittelussa oli huomioitu tulevaisuuden haasteet. Tulevaisuuteen voitiin varautua joustavalla prosessilla, jossa voidaan soveltaa erilaisia ajotapoja, ja prosessi on toimintavarma erilaisissa tilanteissa. Laitoksille on tärkeää myös, että prosessisuunnittelussa oli huomioitu näytteenot-topisteet, joista saadaan edustavat näytteet.

Laitokset olivat tyytyväisiä suunnittelijoihin, jotka osasivat kuunnella laitoksen tarpeita ja ristiriitatilanteissa osasivat perustella hyvin omat ratkaisunsa ja laatia kompromissiratkaisuja. Laitokset nimesivät haastatteluissa muutamia suunnittelijoita, joilla on joko hyvä käytännön osaaminen tai taito toimia rakentavasti urakoitsijan ja laitoksen edustajien kanssa.

Haastatteluiden perusteella hyvä laitos on viimeistelty laitos, jossa on otettu huomioon käytettävyys, työympäristön viihtyvyys, sosiaalilat, ja laitos on päässyt vaikuttamaan suunnitteluratkaisuihin. Käyttäjät arvostivat, että he itse tai heidän esimiehensä olivat olleet mukana suunnitteluprosessissa, ja tätä kautta käytettävyys oli otettu huomioon laitoksen suunnittelussa ja toteutuksessa.

5.1.12 Laitoksen kehityskohteet

Kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla laitoksilla oli hieman erilaisia kehittämiskohteita. Osa esiin tulleista kehityskohteista liittyi johonkin tiettyyn laitokseen, eivätkä ne ole yleistettävissä. Haastattelutuloksissa on esitelty yleisimmät laitosten kehityskohteet.

Kunnossapidon ja huollon sekä puhtaanapidon parempi huomioiminen suunnittelussa nousi lähes kaikissa laitosten haastatteluissa kehittämiskohteeksi. Erityisesti nostimien suunnitteluun ja asennukseen tulisi kiinnittää haastatteluiden perusteella enemmän huomiota. Vain kaksi haastateltua laitosta kokivat, että suunnittelussa oli otettu riittävästi huomioon laitoksen käytettävyys kunnossapidon ja huollon osalta. Toinen useissa laitosten haastatteluissa mainittu kehityskohde on vedenjaon ja hydraulisen profiilin suunnittelu.

Olemassa olevien laitosten saneerauksissa ja uusimisessa käyttäjät kokivat, että usein olisi parempi purkaa vanha ja rakentaa uutta, koska saneerauskohteiden lopputulos saattaa olla ahdas ja sokkeloinen. Näissä tapauksissa laitoksen johdon tulisi käyttäjien mukaan

miettiä myös, mikä on laitoksen käytettävyyden hinta, jos hyödynnetään laitoksen vanhoja tiloja. Käyttäjien toiveena oli, että uusissa suunnittelukohteissa huomioitaisiin suunnittelussa paremmin myös muutkin kuin prosessitilat, kuten verstaas- ja varastotilat sekä sosiaalitilat.

Putkistosuunnittelussa tulisi ottaa huomioon, miten putkistotukkeumat poistetaan ja putkirikot korjataan. Laitoksilla on lisätty jälkikäteen huuhteluyhteitä ja venttiilejä käyttäjien toiveesta. Putkistojen tulee olla yksinkertaiset ja toiminnalliset eivätkä putkikoot saa muuttua ilman syytä. Mittaukset tulisi sijoittaa edustaviin kohteisiin, koska epävarmat mittauspisteet häiritsevät laitoksen operointia. Positiointi ja linjojen numerointi tulee olla looginen, koska muussa tapauksessa epäloogisuuden takia voi tapahtua operointivirheitä.

Melko monella laitoksella hiekkaa ei saada poistetuksi tehokkaasti esikäsitellyssä. Hiekanerotuksen ja sakokaivolietteidien vastaanotossa tulee olla riittävän suuret hiekkatasut. Hiekka aiheuttaa laitoksella turhaa laitteiden kulumista ja lietekierron takia se saattaa jäädä kiertämään prosessiin palautus- ja kierrätyslietteen mukana.

Ainoastaan yhdellä laitoksella mainittiin kehityskohteeksi oman osaamisen kehittäminen. Tämän laitoksen haastattelussa laitoksen edustajat kävivät läpi suunnitteluprosessin eri vaiheita ja miten laitos olisi voinut toimia toisin. Laitos totesi, että heillä ei ollut kokemusta isoista hankkeista, joten he eivät osanneet varautua hankkeeseen riittävästi. Laitos koki, että heidän olisi kannattanut valmistautua hankkeeseen haastatteleamalla muita laitoksia, jolloin he olisivat saaneet arvokasta tietoa, miten suunnitteluttamiseen ja rakennuttamiseen kannattaa varautua ja millaisia haasteita saattaa esiintyä. Laitos koki, että osa heidän kehityskohteistaan johtuu siitä, että he eivät osanneet kommentoida suunnitelmia riittävästi.

5.2 Suunnittelijoiden haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin kolmen eri yrityksen vesihuollon suunnittelijoita. Haastattelutulokset on jaettu kuuteen eri teemaan, jotka on esitetty alaluvuissa 5.2.1 – 5.2.6. Suunnittelijoille lähetettyjen teemojen lisäksi haastatteluissa keskusteltiin paljon myös suunnittelun organisoinnista ja koordinoinnista, joten haastattelumateriaalin käsittelyvaiheessa siitä on oma lukunsa. Suunnittelijoiden haastatteluissa ei päästy eri teemoista keskustelemaan yhtä syvällisesti kuin laitoshastatteluissa, koska suunnittelijoiden haastatteluissa oli käytettävissä rajatumminkin aikaa.

5.2.1 Laitoksen ja suunnittelijan roolit

Suunnittelijan, urakoitsijan ja laitoksen roolit määrittävät myös suunnittelun kriteerit. Eräs suunnittelija kuvasi kriteerejä seuraavasti: ”helppo suunnitella (suunnittelija), halpa toteuttaa (urakoitsija) ja helppo operoida (käyttäjä)”.

Suunnittelijat kuvasivat laitoksen roolia ensisijaisesti yhteistyökumppanina ja toissijaisesti maksavana asiakkaana. Suunnittelijoiden työ on heidän mukaansa asiakaspalvelua. Laitos on asiakas, joka määrittää suunnittelun tavoitteet. Asiakaspalvelua on myös auttaa laitosta tavoitteiden määrittelyssä, jos laitoksella ei ole omaa näkemystä tavoitteista. Suunnittelutoimistojen haastatteluissa painotettiin vahvasti laitoksen ja suunnittelijan välistä yhteistyötä ja sen toimivuutta.

5.2.2 Suunnitteluun vaikuttavat tekijät

Kaikki kolme suunnittelutoimistoa listasivat samat hyvän laitoshankkeen tekijät: asiakassuhde, tarjouspyyntö, aika, aikataulu ja lähtötiedot. Toimiva asiakassuhde on kaikkien suunnittelutoimistojen mukaan yksi tärkeimmistä tekijöistä hyvän lopputuloksen kannalta. Tutun laitoksen kanssa suunnittelu sujui helpommin, koska molemmat osapuolet tuntevat toistensa toimintatavat. Lisäksi suunnittelijoiden mukaan tutun laitoksen kanssa on helpompi käsitellä suunnitteluun liittyviä ongelmia ja kysyä tarkentavia kysymyksiä. Vanhan yhteistyökumppanin kanssa molemmat osapuolet voivat hyödyntää toistensa osaamista ja vahvuuksia, koska ne ovat jo tiedossa. Laitos voi olla tuttu myös muista yhteyksistä kuin aikaisemmista projekteista kuten vesihuollon tapahtumista, ekskursioilta, vesihuoltoalan yhteisöistä, yhdistystoiminnasta tai opiskelua ajoilta. Hyvä yhteistyö johtaa usein hyvään taloudelliseen lopputulokseen, koska suunnittelutyö etenee hyvin. Toimimaton henkilökemia saattaa johtaa siihen, että suunnitelmia ja ratkaisuja tehdään moneen kertaan ja keskitytään epäolennaisuuksiin, jolloin aikataulu saattaa viivästyä ja kokonaisuuden hahmottaminen hämärtyy.

Suunnittelutarjouspyyntö toimii suunnittelun perustana, ja suunnittelijoiden mukaan laitosten tulisi ymmärtää, miten tärkeä osa koko hanketta on panostaa hyvään suunnittelutarjoukseen. Haastatellut suunnittelijat toivoivat, että tarjouspyynnössä on määritelty yksiselitteisesti suunnitteluprojektin tavoitteet ja kriteerit, jotta heti hankkeen alussa kaikilla osapuolilla on siitä sama näkemys. Jos laitos ei pysty määrittämään kriteerejä tarjouspyyntöön, niin laitos voi hankkia tarjouspyynnön laatimiseen ulkopuolista apua. Suunnittelijoiden mukaan suunnitteluprosessin kannalta on tärkeää, että myös laitoksella on sisäisesti kaikilla eri tasoilla samat kriteerit suunnitteluttamiselle. Liian tulkinnanvarainen tarjouspyyntö aiheuttaa laitokselle ongelmia tarjousten vertailussa ja saattaa vaikeuttaa

suunnitteluprosessia. Toisinaan laitoksen toiveiden ja tarjouspyynnön välillä on suunnittelijoiden mukaan ristiriita – laitokset toivovat viimeistelyjä suunnitelmia, mutta painottavat suunnittelutarjouksessa hintaa. Hintakilpailussa usein voittajatarjouksessa on vähiten tunteja, jolloin varatut tunnit riittävät täyttämään vain urakkatarjouspyyntöä varten laadittujen suunnitelmien kriteerit.

Suunnitteluun vaikuttaa, paljonko suunnitteluun on varattu aikaa eli suunnittelijoiden työtunteja sekä, mikä on suunnittelun aikataulu eli suunnitteluvaiheen kesto. Suunnittelijoiden haastattelussa painotettiin, että laitosten tulisi ymmärtää, että tasokkaiden suunnitelmien laatimiseen tulee varata riittävästi aikaa, sekä tuntimäärällisesti että aikataulullisesti - hyvät suunnitteluratkaisut eivät synny kiireessä. Lisäksi ajankäyttöön vaikuttaa, miten hyvin tarjouspyynnössä on määritelty suunnittelukohteen kriteerit – suunnittelun alussa voi kulua aikaa siihen, että suunnittelija ja laitos pääsevät yhteysymmärrykseen suunnittelun sisällöstä. Varsinaiseen suunnittelutyöhön saadaan lisää työtunteja, kun suunnitteluprosessin alussa keskustellaan hankkeen tavoitteista, sovitaan tiedonkulusta ja koordinoinnista.

Yhdessä haastattelussa puolustettiin nykyistä urakka-asiakirjatason suunnittelukäytäntöä. Nykyisessä tavassa urakoitsijalla on mahdollisuus vaikuttaa suunnitelmien rakennettavuuteen. Jos suunnitelmat olisivat pitkälle vietyjä, urakoitsijan tehtävänä olisi vain toteuttaa hanke suunnitelmien mukaan. Nykyisin urakoitsijan tulee miettiä periaatetason ratkaisut rakennusvaiheessa toteutusratkaisuiksi.

Riittävän kattavat ja paikkansa pitävät lähtötiedot edesauttavat hyvää lopputulosta. Lisäksi ne nopeuttavat suunnittelua, kun suunnittelijan ei tarvitse kyseenalaistaa lähtötietojen oikeellisuutta ja tarkistaa kaikkia tietoja laitokselta. Toisinaan riittäviä lähtötietoja ei ole, joten suunnittelijan on tehtävä olettamuksia, jolloin suunnitelmia tulee tarkentaa urakointivaiheessa. Lähtötietojen oikeellisuus on haastavaa erityisesti saneeraushankkeissa, joissa suunnittelijalla on käytössä vanhat suunnitelmat, joten saneeraushankkeissa tulisikin olla riittävästi aikaa käydä ne läpi. Suunnittelijoiden haastattelussa erityisesti LVI-suunnittelua pidettiin saneerauskohteissa haastavana, koska lähtötiedot ovat usein puutteelliset eikä laitoksella ole välttämättä ole LVI-alan osaajia – tällöin nykytilanteen kartoittaminen jää suunnittelijan vastuulle. Toteutussuunnittelun lopputulokseen vaikuttaa myös yleissuunnitelman taso, koska yleissuunnitelma toimii suunnittelun lähtökohtana, ja suunnittelijat toivoivat, että suunnittelun alussa varattaisiin aikaan mahdolliseen yleissuunnitelman tarkastukseen ja täsmennykseen.

Laitoksen mitoituksen perustana ovat virtaama- ja kuormitusennusteet. Näiden ennusteiden lisäksi suunnittelussa otetaan huomioon tulevaisuus ja pyritään ennakoimaan erilaisia tilanteita kuten lupamääräysten kiristyminen sekä ainekuormituksen ja hydraulisen kuormituksen muutokset. Suunnittelussa pyritään antamaan erilaisia ”työkaluja”, joilla laitoksella voidaan toimia muuttuvissa olosuhteissa: vaihtoehtoiset ajotavat, mahdollisuus tehdä muutoksia, laajennusvaraukset suunniteltu siten, että ne voidaan toteuttaa myöhemmin häiritsemättä laitoksen toimintaa, tiedostetaan teollisuuden vaikutus ja linjojen lukumäärässä otetaan huomioon huollot ja minimivirtaamat. Suunnittelijoiden mukaan virtaamaennusteissa voidaan nykyisin ottaa paremmin huomioon hulevesien osuus sadannan kehittymisen ja verkostosaneerausten myötä. Suunnittelijat keskustelevalaitoksen kanssa ennusteista ja tulevaisuuteen varautumisen tasosta.

5.2.3 Suunnittelun organisointi

Suunnittelun organisoinnin osalta haastatteluissa keskusteltiin koordinoinnista, suunnittelukokouksista ja yhteydenpidosta suunnittelun aikana. Suunnittelun koordinoinnissa oli hieman erilaisia käytäntöjä eri yritysten vesihuoltoyksiköillä. Suurimmat erot olivat, miten vastuu on jaettu projektipäällikön ja projektisihteerin tai projektikoordinaattorin kesken. Vastuunjako näkyi siitä, millä nimikkeellä projektipäällikköä avustava henkilö toimii. Projektisihteerin tehtävät vastasivat nimensä mukaisesti sihteerin tehtäviä, mm. muistiodien laatiminen, projektipankin hallinta, arkistointi, tiedostojen hallinta. Tällöin projektipäällikkö toimii yhteyshenkilönä, hoitaa projektin johdon lisäksi myös projektin rutiiniasioita mm. laskutuksen. Projektikoordinaattori toimii projektisihteerin tehtävien lisäksi projektin yhteyshenkilönä, seuraa projektin budjettia ja aikataulua, hoitaa laskutuksen, raportoi projektipäällikölle projektin etenemisestä, jolloin projektipäällikkö ei hoida juoksevia asioita, vaan keskittyy projektin johtamiseen, sopimusteknisiin kohtiin, laadunvarmistukseen sekä hallinnollisiin asioihin.

Suunnittelukokouksiin osallistuu aina projektipäällikkö ja muut osallistujat valitaan käsiteltävien asioiden sekä kokouspaikan mukaan. Yleensä aloituskokouksessa on mukana kaikki suunnittelualat. Suunnittelutoimiston tiloissa pidettäviin kokouksiin osallistuvat kaikki suunnittelijat, ainakin sen aikaa, kun oman suunnittelualan asioita käsitellään. Laitoksella pidettäviin kokousten osallistumiseen vaikuttaa laitoksen etäisyys eli matka-aika ja projektin budjetti. Jos suunnittelukokouksia varten on erillinen budjetti, niin se rajoittaa osallistujien määrää. Osa suunnittelutoimistoista asetti suunnittelun laadulle suuremman painoarvon kuin budjetille, joten kaikki tarvittavat suunnittelijat osallistuivat kokouksiin, vaikka kokousbudjetti ylittyisi. Toisaalta haastatteluissa laitokset halusivat, että suunnittelijat kävisivät enemmän laitoksella paikan päällä – laitosten tulisi tuoda tämä esiin suun-

nittelijalle ja sopia lisäkäynneistä. Tarjouspyynnöissä ja suunnittelusopimuksissa tulisi ottaa huomioon, että suunnittelukokouksia ja laitoskäyntejä on riittävästi ja että niihin pääsee osallistumaan aina tarvittavat suunnittelijat.

Suunnittelun aikana suunnittelijat ja laitos ovat yhteydessä suunnittelukokousten lisäksi sähköpostilla ja puhelimitse. Suunnittelijat pitivät erityisesti sähköpostikeskusteluista tärkeinä, koska niistä jää kirjallinen dokumentti. Osalla yrityksistä on käytössä isoissa hankkeissa erillinen projektisähköposti. Yhteydenpito oli koordinoitu hieman hankkeen koosta ja yrityksestä riippuen eri tavoin. Yhteyshenkilönä saattoi olla projektipäällikkö tai projektikoordinaattori; yhteyshenkilön tehtävänä on olla tietoinen hankkeen kaikista vaiheista ja välittää tietoa oikeille henkilöille. Yhteydenpito saattoi olla myös vähemmän keskitettyä, jolloin hankkeessa ei ollut yhteyshenkilöä, vaan laitos otti yhteyttä suoraan suunnittelijoihin.

5.2.4 Hyvän ja huonon suunnitelman tuntomerkit

Mikä on hyvä suunnitelma ja miten se määritellään? Tähän kysymykseen suunnittelutoimistot vastasivat aluksi varovaisesti, koska heidän mukaansa ei ole olemassa mitään absoluuttista totuutta hyvän suunnitelman kriteereistä, ja tyytyväisyys suunnitteluun on aina tapauskohtaista ja riippuu tavoitteista. Urakkalaskentaa varten laadituissa suunnitelmissa osa suunnitteluratkaisuista saa olla periaatetasolla, koska tarkoituksena on saada vertailukelpoiset urakkatarjoukset. Toteutussuunnitelmissa ratkaisujen tulee olla toteutettavia, mutta tässäkin vaiheessa saattaa olla ratkaisuja, jotka vaativat tarkempaa tarkastelua paikan päällä, ja suunnitelmat täydentyvät rakentamisen aikaisessa suunnittelussa.

Suunnittelijat totesivat haastatteluissa, että heikoilla suunnitelmilla urakoitsija saattaa rakentaa hyvän laitoksen ja toisaalta hyvällä suunnittelulla voidaan rakentaa huonosti toimiva laitos - suunnitelman laatu ei välttämättä korreloi laitoksen lopputuloksen kanssa. Suunnittelijat painottivat, että hyvät suunnitelmat saattavat muuttua urakkavaiheessa eikä niitä välttämättä hyväksytetä suunnittelijalla. Keskusteluissa nousi esiin tiettyjä tekijöitä, jotka suunnittelijan mielestä kuuluvat hyvään suunnitelmaan – hyvä suunnitelma on yksiselitteinen, informatiivinen ja sen mukaan voidaan helposti rakentaa.

Hyvässä suunnitelmassa ei ole ristiriitoja, jolloin suunnitelmapiirustukset ja suunnitelmaselostukset täydentävät toisiaan. Eri suunnittelualojen suunnitelmat muodostavat kokonaisuuden eivätkä esimerkiksi sähkökaapelit, prosessi- ja ilmastointiputkistot törmää ja niillä on riittävästi tilaa. Yksiselitteinen suunnitelma ei jätä tulkinnan varaa, jolloin suunnittelija, laitoksen johto, käyttäjät ja urakoitsijat ymmärtävät suunnitelmat samalla tavalla.

Hyvien suunnitelmien taustalla on aina ammattimainen suunnitteluryhmä. Hyvä prosessisuunnitelma auttaa kaikkia suunnittelualoja. Prosessisuunnittelijalla tulee olla kokonaiskäsitys laitossuunnittelusta, ja hänen on pystyttävä tukemaan muiden suunnittelualojen työtä, esim. laitemitoituksia, layout- ja automaatio suunnittelua. Vastaavasti muiden suunnittelualojen asiantuntijat hyödyntävät prosessisuunnittelun osaamista.

Suunnittelijoiden haastatteluissa tuotiin esiin periaatteessa itsestään selviä muotoseikkoja. Suunnitelmien kokonaisvaikutelmaan vaikuttavat monet pienet tekijät. Hyvin kasatussa suunnitelmamapeissa nähdään mapin sisältö seläkkeistä, mapeista löytyvät asiakirja- ja piirustusluettelot, ja suunnitelmat ovat loogisessa järjestyksessä. Suunnitelmaselostuksien tekstit on kirjoitettu sujuvasti ja niissä ei ole kirjoitusvirheitä. Luettavuutta helpottaa, kun suunnitelmista tiedot löytyvät helposti, ja suunnitelmaselostuksissa on tekstin lisäksi taulukoita ja listauksia. Suunnitelmien hahmottamista helpottaa, kun piirustuksista on riittävästi taso- ja leikkauskuvia. Yksikäsitteisissä piirustuksissa ja teksteissä on yleisesti käytössä olevia merkintöjä sekä niissä on huomioitu alan standardit ja määräykset. Informatiivisissa suunnitelmapiirustuksissa on riittävät tekstikuvaukset – riittävällä suunnittelijat tarkoittivat, että piirustuksien luettavuus ei kärsi piirustuksiin lisätyistä teksteistä. Suunnitelmissa tulee olla päivämäärät ja revisiomerkinnot sekä lyhyt kuvaus, mitä muutoksia suunnitelmaan on tehty. Hyvästä suunnitelmasta löytyvät tiedot – vähintäänkin puumerkit – suunnitelman laatijasta, hyväksyjästä ja tarkastajasta. Suunnitelmista selviää, mitkä tiedot ovat olettamuksia tai perustuvat epävarmaan tietoon, ja mitkä tiedot tulee tarkistaa urakointivaiheessa.

Haastatteluissa suunnittelijat nostivat esiin, että suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös urakoitsija. Hyvien suunnitelmien perusteella urakoitsijan on helppo laatia urakkarajous ja että tarjoukset ovat laitoksen kannalta helposti vertailtavat. Suunnitelmissa urakoitsijalle ei jää tulkinnanvaraa, vaan kaikki urakoitsijat ymmärtävät suunnitelmat samalla tavalla.

Hyvässä suunnittelussa otetaan huomioon Suomen sääolosuhteet. Suunnittelijat kertoivat haastatteluissa, että laitteet pyritään sijoittamaan sisätiloihin tai katokseen, jotta työskentelyolosuhteet olisivat miellyttävämmät ja laitteet eivät jäätyisi.

5.2.5 Käyttäjälähtöinen suunnittelu

Laitosten käytettävyyteen vaikuttaa laitoksen oma aktiivisuus, suunnittelijan käytännön kokemus, suunnittelijoiden mahdollisuus haastatella käyttäjiä ja hankkeeseen varattu aika. Suunnittelijoiden mukaan laitokset osallistuvat ja kommentoivat eri suunnittelualojen suunnitelmia eri lailla.

Eri suunnittelualoista koneisto- ja putkistosuunnittelijat painottivat käyttäjälähtöistä suunnittelua eniten, koska heidän laatimansa ratkaisut vaikuttavat laitoksen käytännön työhön. Koneistosuunnittelijoiden mukaan suunnittelun lähtökohtana ovat kunnossapidon ja huollon toimenpiteet. Suunnittelijoiden mukaan laitoksilla on vahvoja mielipiteitä koneistosuunnittelusta erityisesti liittyen laitevalintoihin. Laitosten mielipiteet perustuvat suunnittelijoiden mukaan usein kokemuseräiseen tietoon, kuulopuheisiin ja laiteesittelyihin. Toisaalta laitoksilla on itselläänkin paljon käytännön kokemusta koneistojen osalta, ja osalla haastateltavista laitoksista työskentelee henkilökuntaa, joilla on konealan koulutus, joten näihin suunnitelmiin ja määrittelyihin on helpompi osallistua.

Suunnittelijat kertoivat haastatteluissa, että laitokset kommentoivat harvoin prosessisuunnittelua, johon koko laitoksen toiminta perustuu. Joidenkin suunnittelualojen osalta suunnittelijat totesivat, että heillä ei ole mahdollisuutta keskustella suunnitelmaratkaisusta, koska laitoksella ei ole heidän alansa osaamista. Näitä aloja ovat LVI- ja rakennesuunnittelu sekä joissakin tapauksissa SIA-suunnittelu. Tällöin suunnittelijoilla on haasteena esittää omat suunnitelmavaihtoehdot ja ratkaisut siten, että laitosten edustajat pysyvät valitsemaan itselleen sopivimman ratkaisun – usein suunnittelu on näistä syistä suunnittelijälähtöistä. Tällöin vaihtoehtojen vertailussa saattaa painottua vaihtoehtojen kustannukset, koska ilman alan osaamista hinta on ainut konkreettinen vertailuperuste eri vaihtoehtoilta. Jotta laitos ei tekisi vertailua pelkästään kustannusten perusteella, suunnittelijan tulee pystyä esittelemään oman alan suunnitelmat ymmärrettävästi.

Automaatiosuunnittelun osalta pyritään laitoksen kanssa yhdessä määrittelemään automaation taso ja ajotavat. Suunnittelijoiden mukaan automaation tason tulee vastata laitosten osaamista ja tarpeita. Suunnittelijat pitivät tärkeinä, että laitokset ymmärtävät ajotavat ja automaation asetusarvot.

Suunnittelijoiden mukaan laitoksen layout- ja laitesijoitussuunnittelu ovat tärkeitä suunnittelualoja laitoksen toimivuuden kannalta. Näissä suunnitelmissa tehdään ratkaisuja, joita ei laitoksen rakentamisen jälkeen voida helposti muuttaa.

Suunnittelijat toivat esiin, että laitosten kannattaa olla aktiivisia erityisesti suunnittelun alku- ja kommentointivaiheessa, jolloin suunnitelmiin voidaan tehdä helposti muutoksia ja niihin saadaan mukaan laitoksen näkökulma. Suunnittelun edetessä muutosten toteuttaminen vaikeutuu ja aiheuttaa helposti ristiriitoja eri suunnittelualojen suunnitelmiin. Suunnitelmien kommentointi vaatii laitoksilta ammattitaitoa, jotta osataan hahmottaa, miten suunnitteluratkaisut toimivat käytännössä. Mikäli suunnitteluprojektissa on riittävästi aikaa, niin suunnittelijat käyvät mielellään suunnitelmat läpi käyttäjien kanssa, koska

tällöin suunnittelussa tulee paremmin huomioitua laitoksen käytännön työ – usein suunnittelukokouksiin osallistuu vain laitoksen johtoa ja vastuu suunnitelmien esittelystä käyttökilokunnalle jää laitoksen sisäiseksi asiaksi.

Toisinaan laitokset saattavat haluta suunnittelijälähtöistä suunnittelua, jolloin suunnittelijan ja laitoksen roolit ovat asiakas/myyjä -asetelma, jossa laitos ostaa suunnittelijan ammattitaitoa. Suunnittelutoimistojen mukaan erityisesti pienet laitokset haluavat, että suunnittelija vastaa koko suunnittelusta, koska pienillä laitoksilla ei välttämättä ole aikaa tai osaamista osallistua siihen aktiivisesti. Suunnittelijoiden mukaan laitokset haluavat, että heille esitellään useita ratkaisuvaihtoehtoja ja näistä suunnittelijan suositukset. Suunnittelijoiden mukaan laitokset päätyvät usein suositusvaihtoehtoon, joten tavallaan suunnittelu on ollut suunnittelijälähtöistä, vaikka laitos on muodollisesti määrännyt vaihtoehdon.

Suunnitelmissa otetaan huomioon laitoksen esittämät toiveet ja tavoitteet, mikäli ne ovat suunnittelijan mukaan toteutettavissa. Mikäli laitoksen ja suunnittelijan näkemykset poikkeavat, niin suunnittelijat esittävät vaihtoehtoisia ratkaisuja ja perustelevat huolella, miksi laitoksen ratkaisuja ei voida toteuttaa. Suunnittelijoiden mukaan suunnittelussa päästään yleensä kompromissiratkaisuun.

Kaikki suunnittelutoimistot toivat esiin haastatteluissa, että he keskustelisivat mielellään suunnittelun aikana käyttäjien kanssa. Suunnittelijat eivät erikseen pyytäneet, että saisivat haastatella käyttäjiä, vaan antoivat laitoksen johdon päättää ketkä laitoksen edustajat ovat suunnittelussa mukana. Yhdessä suunnittelijahaastattelussa suunnittelijat pohtivat, pitäisikö heidän aktiivisemmin määrittää esimerkiksi esityslistassa kokousten osallistujia, jotta suunnittelijat pääsisivät esittelemään suunnitteluratkaisuja käyttäjille – toisaalta suunnittelijat eivät haluaisi ohjata laitoksen johdon toimia. Suunnittelijat kokivat, että laitosten johto pyytää käyttäjät mukaan usein liian myöhäisessä vaiheessa, tai jos käyttäjät ovat mukana kokouksissa, niin he eivät uskalla tuoda näkemyksiään esiin, jos läsnä on liikaa johtavassa asemassa olevia henkilöitä.

Laitos pystyy suunnittelijoiden mukaan vaikuttamaan jo tarjouspyyntövaiheessa laitoksen käytettävyyteen ja käyttäjälähtöisyyteen. Jos tarjouspyynnön tärkein vertailukriteeri on vain hinta, tällöin suunnitelmat ovat teknisesti toimivia, mutta laitoksen käytettävyyden suunnittelussa, suunnittelukokousten määrässä ja laadunvarmistuksessa on usein jouduttu säästämään. Suunnittelijat toivoivat, että laitoksilla olisi tarkempi laatupisteytys, jossa olisi huomioitu yksityiskohtaisemmin laitoksen omat kriteerit ja tavoitteet laadun suhteen. Hyvän tarjouspyynnön laatiminen vaatii huolellista valmistelua. Halpa suunnittelu

voi suunnittelijoiden mukaan kostautua kalliina toteutuksena tai käyttäjien tyytymättömyytenä.

Suunnittelijat, joilla oli työkokemusta käytännön töistä, kokivat, että heillä oli hyvä näkemys laitosten käytettävyydestä ja että he osasivat ottaa huomioon hyvin laitoksen käytettävyyden suunnittelussa. Kaikkien haastateltujen yritysten suunnittelijat mainitsivat, että suunnittelijana he voivat kartuttaa käytännön kokemusta, jos he pääsevät rakennusvaiheessa toimimaan valvojina. Tässä yhteydessä mainittiin, että ”laitos on valvojansa näköinen”, joka kuvaa hyvin työn tärkeyttä laitoksen käytettävyyden kannalta.

Suunnittelijat listasivat haastatteluissa yksityiskohtia, jotka suunnittelussa otetaan huomioon käytettävyyden kannalta. Suunnittelijahaastattelujen mukaan käyttäjälähtöisessä suunnittelussa on laitokselle suunniteltu tukevat kaiteet, turvalliset tikkaat, laitteiden ympärille riittävästi tilaa ja riittävät huoltokäytävät. Eri suunnittelualojen putkistojen törmäystarkastelussa tulee tarkistettua, että putkistot eivät törmää eivätkä muodosta putkisokkeloita. Suunnittelijat pitivät tärkeänä, että suunnitelmissa otetaan huomioon työturvallisuus myös huollon ja kunnossapidon osalta, mm. altaille suunnitellaan irrotettavat kaiteet, huoltotikkaat, tukevat portaat ja esteettömät huoltokäytävät.

5.2.6 Laadunvarmistus

Suunnittelun laadunvarmistuksen osalta suunnittelijat mainitsivat yrityksen laatujärjestelmät, omat laadunvarmistuskäytännöt, uudet suunnittelutyökalut, riskiarviot sekä ulkopuoliset laadunvarmistajat.

Kaikilla haastatelluilla suunnittelutoimistoilla on käytössä laatujärjestelmä, jonka mukaan toimitaan. Haastatteluissa suunnittelijat pitivät tärkeänä, että laatujärjestelmä oli olemassa. Haastatteluissa suunnittelijat kuvasivat erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä, mutta niistä ei käynyt ilmi, olivatko ne suunnittelijoiden yleisiä käytäntöjä vai laatujärjestelmän mukaisia.

Laadunvarmistus on suunnittelijoiden mukaan helpottunut uusien suunnittelumenetelmien ja työkalujen ansiosta. Kaikilla suunnittelutoimistoilla on osaamista 3D-suunnitteluun. Koneisto- ja putkistosuunnittelijat kokivat, että 3D-suunnittelu helpottaa suunnitelmien törmäystarkastelua erityisesti silloin, kun kaikki suunnittelualat laativat suunnitelmat samaan 3D-malliin.

Saneerauskohteiden osalta yhdessä suunnittelutoimistossa suunnittelijat kertoivat, että olivat hyödyntäneet lähtötietoina laserkeilausta, koska vanhat suunnitelmapiirustukset eivät olleet ajan tasalla ja laserkeilauksella saadaan tarkat lähtötiedot kohteesta. Laserkei-

lauksella laitoksesta saadaan kolmiulotteinen tietokonemalli, jolloin saneerauksen suunnittelua on luonteva jatkaa 3D-suunnitteluna.

Yksi suunnittelutoimisto mainitsi hyväksi laadunvarmistuskeinoksi riskikartoitukset, joissa suunnitelmien pohjalta arvioidaan potentiaaliset ongelmat ympäristön, työturvallisuuden ja prosessin toiminnan kannalta. Suunnitteluvaiheessa tehdyissä riskikartoituksissa tulee suunnitelmat käytyä läpi hyvin huolellisesti, ja tässä vaiheessa niihin pystytään tekemään muutoksia. Kaikissa suunnitteluhankkeissa ei laadita riskiarvioita, vaan niistä sovitaan tapauskohtaisesti laitosten kanssa. Erityisesti isoissa suunnitteluhankkeissa laitosten kannattaisi tilata suunnitelmien pohjalta tehtävät riskiarviot, koska näin voitaisiin tehostaa laadunvarmistusta, ja jos riskiarvioissa olisi mukana myös käyttöhenkilökunta, niin tällöin suunnitelmat tulisi tarkastettua käytettävyyden osalta.

Suunnittelijahaastatteluissa suunnittelijoiden mukaan suunnitelmien laatuun vaikuttaa projektipäällikön ja pääsuunnittelijan ammattitaito ja kokemus. Laadunvarmistusta on, että suunnitteluprojekteissa kokeneet suunnittelijat ohjaavat ja neuvovat nuorempia suunnittelijoita. Yhdessä suunnittelutoimistossa oli myös käytäntönä, että suunnitelmat tarkastutettiin niillä suunnittelijoilla, jotka eivät ole projektissa mukana, jolloin jo sisäisessä tarkastusprosessissa saatiin ”ulkopuolista” näkemystä.

Suunnitteluhaastatteluissa suunnittelijat toivoivat, että suunnitelmien laadunvarmistukselle olisi suunnitteluprojektissa riittävästi aikaa. Joissakin suunnitteluhankkeissa laitos on määrittänyt aikataulun siten, että suunnitelmien tarkastusprosessiin on varattu riittävästi aikaa, mutta suunnitteluhankkeissa, joissa suunnitteluttamisen kriteerinä on ollut hinta, suunnittelijat joutuvat tinkimään laadunvarmistuksen tunneista.

Suunnittelijat kokivat, että laitosten on hyvä hankkia ulkopuolista laadunvarmistusta ja valvontaa, jos laitoksella ei ole riittävästi resursseja tai osaamista. Laitos voi hankkia ulkopuolista apua vain joihinkin suunnittelualoihin tai kaikkiin. Suunnittelijat kokivat yleensä ulkopuolisen laadunvarmistajan laitoksen edustajaksi, mutta toisinaan ulkopuolisen taho koettiin osaksi suunnittelijan tiimiä. Ulkopuolisen laadunvarmistajan rooli koettiin haastavaksi, koska laadunvarmistajan tulee osata olla laitoksen edustaja eikä hän saa ajaa omia, suunnittelijan tai urakoitsijan etuja. Laitoksen pitäisi pystyä luottamaan palkkaamaansa apuun ja huolehtia siitä, että ulkopuolinen taho ei ryhdy ohjaamaan suunnittelua liikaa. Suunnittelijat kokivat, että toisinaan ulkopuolinen laadunvarmistaja tekee itsensä tärkeäksi etsimällä tarkoitushakuisesti suunnitelmista kommentoitavaa.

5.3 Seminaari 14.11.2012

Seminaarin 14.11.2012 alustuspuheenvuorot ja ryhmäkeskustelun aiheet on koottu seitsemän eri teeman alle, jotka ovat suunnittelu, käyttötuki, kunnossapito, operointi, ohjeistukset, ulkoiset palvelut ja koulutus. Eri teemat eivät noudata seminaariohjelman järjestystä, vaan se noudattaa samaa mallia kuin haastattelutulosten käsittely. Seminaarin ohjelma on liitteessä 4 ja osallistujat liitteessä 5.

5.3.1 Suunnittelu

Suunnitteluun liittyviä alustuspuheenvuoroja seminaarissa pitivät Mari Heinonen Helsingin seudun ympäristöpalveluista (HSY), Timo Kulmala Veela Oy:stä, Tapani Eskola Kymen Vesi Oy:stä ja Johanna Sahlstedt Pöyry Finland Oy:stä. Lisäksi yhdessä ryhmäkeskustelussa aiheena oli suunnittelu. Kaikki puheenvuorot käsitelivät suunnittelua eri näkökulmista, ja kaikissa esityksissä tuotiin esiin joitain uusia, nykyisistä toimintatavoista poikkeavia ajatuksia. Heinosen esitys aloitti seminaarin, ja siinä käsiteltiin suunnitteluttamisen perusteita. Eskolan esitys täydensi hyvin Heinosen esitystä, koska suunnitteluttamisessa tulee ottaa huomioon laitoksen omat resurssit; Eskolan aiheena oli ”Laitoksen omat resurssit – lisäresurssien hankkiminen”. Kulmalan esityksessä määriteltiin suunnitteluhankkeen eri osapuolten roolit. Sahlstedtin esityksessä käsiteltiin eri osapuolten tiedonkulkua ja sen kehittämistä. Ryhmäkeskustelussa käsiteltiin monipuolisesti suunnittelun eri vaiheita. Teemaan liittyvät esitykset muodostivat kokonaisuuden, miten laitosten ja suunnittelijoiden tulisi valmistautua suunnitteluun: suunnitteluttamisen kriteerit, oman osaamisen arvioiminen, suunnittelun eri osapuolten tehtävämäärittäminen ja miten hankkeen tiedonkulku saadaan sujuvaksi.

Suunnitteluttamisen perusteet ovat Mari Heinosen esityksen mukaan visio, ammattitaito, kustannustietoisuus, käytön huomioiminen, päätöksen teko sekä tulevaisuuden haasteiden kuten energian kulutuksen huomioiminen. Heinosen esityksessä ”Suunnitteluttamisen perusteet huomioiden energian kulutus” käsiteltiin suunnitteluttamisen nykyisiä perusteita sekä esitettiin kehitysideoita. Laitokset tarvitsevat suunnittelupalveluita, kun laitoksella on tarve rakentaa täysin uusi laitos tai saneerata, laajentaa tai tehostaa nykyistä laitosta. Ennen suunnittelutarjouspyynnön laatimista laitoksen tulisi valmistautua määrittämällä hankkeen päämäärät ja visiot. Määrittelytyöhön laitokset voivat ottaa mukaan ulkopuolisia tahoja kuten suunnittelijoita, koska heillä on laajempi näkemys eri laitosten toiminnasta ja lupamääräyksistä sekä tulevista trendeistä. Ideointivaiheessa kannattaa Heinosen mukaan ottaa huomioon hiljaiset signaalit ja tulevaisuuden trendit.

Heinonen painotti esityksessään ideointivaiheen tärkeyttä ja esitti, että yleissuunnitelma-vaiheen jälkeen tulisi ideoida toteutusvaihetta. Toteutusvaiheen suunnittelun aikataulu on tyypillisesti tiivis. Heinonen esitti, että ennen toteutusvaihetta eri teemoista kuten valais-tuksesta, instrumentoinnista tai työturvallisuudesta voisi pitää ideointipalavereja. Tätä menetelmää Heinonen kutsui esityksessään konseptoinniksi. Ideointipalavereissa selvitet-täisiin eri vaihtoehtoja kustannustasoista ja erityisesti käyttökustannuksista. Eri teemojen osalta on Heinosen mukaan syytä keskittyä niihin tekijöihin, joita on myöhemmin vaikea muuttaa. Konseptoinnilla voisi helpottaa myös toteutusvaiheen päätöksen tekoa, koska yleissuunnitelman välivaiheen ideoinnissa olisi jo mietitty useita yksityiskohtia valmiiksi

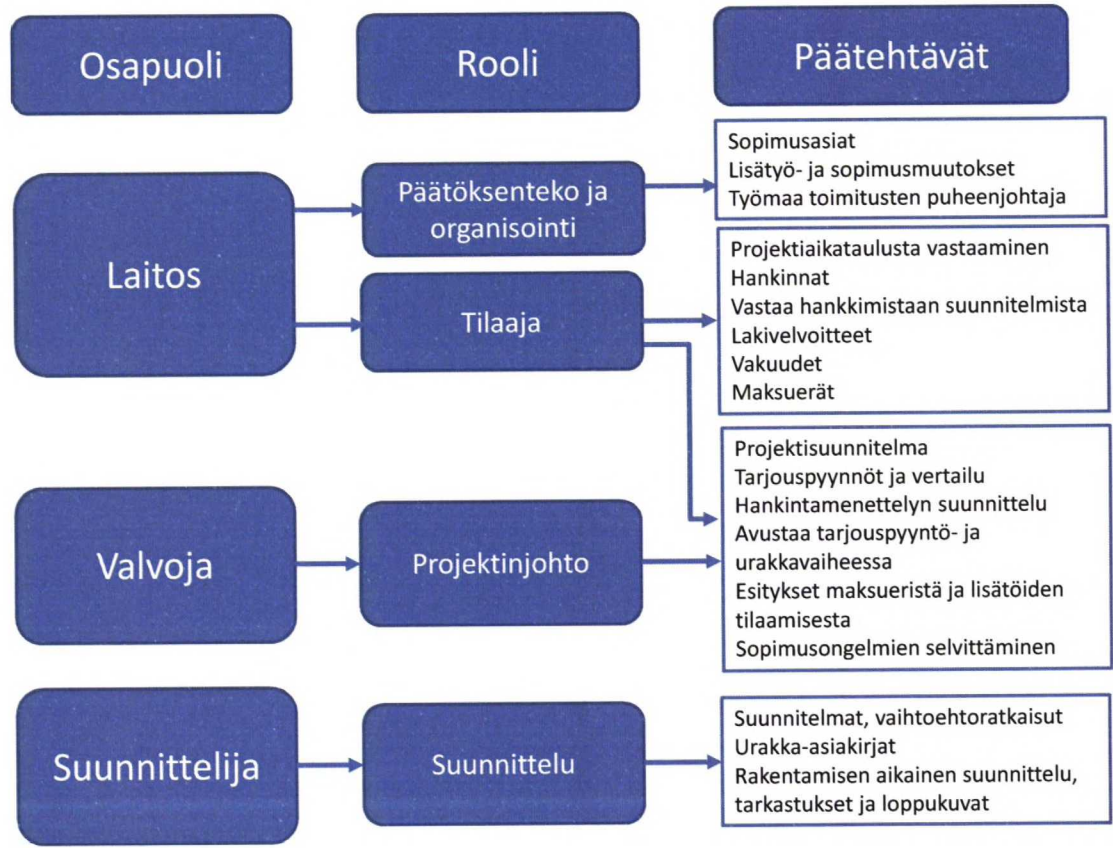
Laadukas suunnittelu tuo Heinosen mukaan kustannussäästöjä hankkeen muissa vaiheis-sa. Riittävän perusteellisella suunnittelulla varmistetaan kustannusten hallinta, helpote-taan toteutusvaiheen urakkarajapintojen luomista sekä toteutuksen laadun hallintaa. Li-säksi laadukkaassa suunnittelussa on huomioitu käytettävyys ja hydraulisten pullonkaulo-jen ehkäiseminen. Käytön ja kunnossapidon huomioiminen suunnittelussa takaa sen, että laitos toimii suunnitelmien mukaan myös käytännössä, koska kunnossapito on laitoksen työkalu ylläpitää laitokselle asetettuja kriteerejä. Hyvin aikataulussa etenevässä hank-keessa pystytään tekemään päätökset tehokkaasti ja oikeaan aikaan. Heinosen mukaan usein suunnitelmien kommentointi venyy, koska erityisesti toteutusvaiheessa projektiin ei pystytä keskittymään riittävästi.

Isot laitoshankkeet ovat ainutkertaisia ja niitä on vesihuoltolaitoksilla harvoin. Heinosen esityksen mukaan laitosten tyypilliset suunnitteluttamisen haasteet ovat vähäiset henkilö-resurssit, kokemattomuus, mahdollinen poliittinen ohjaus ja uudet vaikutuskanavat kuten sosiaalinen media. Laitosten organisaatiot ovat Suomessa pieniä, ja usein suunnittelutta-minen tehdään oman työn ohessa. Joillakin laitoksilla päätöksentekoprosessia monimut-kaistaa politiikan tai sidosryhmien vahva osallistuminen hankkeisiin, jolloin laitoksen tu-lee valmistautua perustelemaan vaihtoehtoja ja osata esittää ratkaisut siten, että myös vesihuoltoalan ulkopuoliset tahot ymmärtävät ne.

Esityksen lopuksi Heinonen kertoi jätevedenpuhdistamoiden energiasäästöpotentiaalista. Hänen mukaan laitosten ja suunnittelijoiden tavoitteena tulisi olla laitosten nollaenergia-taso eli täysi omavaraisuus. Energian kulutuksen hallintaa ja seurantaa varten tarvitaan mittauksia ja automaatiojärjestelmien raportointityökaluja. Energiakulutus tulee ottaa huomioon laitoksen investoinneissa. Energian kulutuksen ja laitoksella tuotettavan ener-gian tulisi olla yksi vertailukriteeri suunnitteluvaihtoehdoissa, jos halutaan päästä kohti nollaenergiatasoa.

Timo Kulmalan esitys ”Rakennuttajan sekä suunnittelijan roolit hankkeiden toteutuksessa” toi esiin saman faktan kuin Heinosen esitys – iso laitoshanke toteutuu useimmille laitosjohtajille vain yhden kerran johtajan työuran aikana, jolloin hankkeisiin on syytä perehtyä kunnolla. Toinen yhteinen teema Heinosen kanssa oli yleissuunnitteluvaiheen kehittäminen. Kulmala painotti, että yleissuunnittelua hankittaessa valintakriteerinä tulee olla laatu, koska yleissuunnitelmavaiheessa tehdään päätatkaisut, jotka vaikuttavat läpi koko hankkeen elinkaaren suunnittelusta käyttöön sekä kustannuksiin. Hän esitti, että joissakin tapauksissa voisi olla syytä hankkia kaksi yleissuunnitelmaa, kuten hankkeissa, joissa on ”innovointipotentiaalia”. Toteutuskelpoisten suunnitelmien taustalla on paikkansa pitävät lähtötiedot. Laitosten tulee valmistautua suunnitteluttamiseen toimittamalla heti hankkeen alussa hyvät lähtötiedot sekä määrittämällä mitoitusvaatimukset, takuuarvot ja suunnittelutavoitteet. Hankkeen huolellisella valmistelulla taataan, että kaikilla osapuolilla on yhteinen päämäärä, ja jokainen voi keskittyä paremmin hoitamaan omaa tehtäväänsä.

Laitoshankkeessa on erilaisia rooleja ja tehtäviä, joita ovat rakennuttaja, tilaajan vastuuhenkilö, projektinjohtaja ja suunnittelija. Näiden lisäksi laitos voi hankkia avukseen ulkopuolisia tahoja tai valvojia tehtäviin, joihin sillä ei ole riittävästi resursseja tai osaamista. Eri osapuolten roolit ja päätehtävät on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5: Eri osapuolten roolit ja tehtävät suunnitteluprojektissa.

Tilaaajasta käytetään myös nimitystä rakennuttaja. Tilaajan tulee nimetä omasta organisaatiostaan vastuuhenkilö, jonka tehtävänä on tehdä kaikki päätökset, hoitaa sopimusasiat, tehdä päätökset lisätöistä ja laskutuksesta ja toimia työmaakokousten puheenjohtajana. Vastuuhenkilö on usein laitoksen johtaja. Hankkeen sujuvuuden kannalta oikea-aikainen päätöksenteko on yksi tärkeimmistä tekijöistä. Kulmalan mukaan päätöksentekijä voi pyytää muita tahoja valmistelemaan ja tekemään päätösehdotuksia, mutta vastuuhenkilön tulee pystyä tekemään päätökset ajallaan. Tilaajan tehtävänä on koordinoida suunnittelua sekä urakointia, jossa tärkeimpänä tehtävänä on kokonaisaikataulun hallinta. Kulmala painotti, että tilaaja on itse vastuussa hankkimistaan suunnitelmista, joten niiden laadunvalvontaan ja tarkistamiseen tulee varata aikaa tai hankkia ulkopuolista apua.

Projektinjohtajana voi toimia tilaajan vastuuhenkilö tai hänen omasta organisaatiostaan nimetty päällikkö. Laitos voi hankkia ulkopuolisen projektipäällikön koordinoimaan hanketta. Projektinjohto tekee töitä tilaajalle ja huolehtii niistä asioista, joihin laitoksella ei riitä resursseja. Projektinjohdon tehtävä on valmistella asioita, jotta laitoksen vastuuhenkilön on helpompi tehdä päätöksiä. Tilaajan tulee määrittää yksiselitteisesti työnjako projektin vastuuhenkilön ja projektinjohdon välillä. Projektinjohdon tehtävänä voi olla laatia projektisuunnitelma, suunnittelutarjouspyynnöt sekä vertailla saadut tarjoukset, suunnitella hankintamenettely, avustaa urakkatarjouspyynnöissä ja -neuvotteluissa sekä avustaa urakointivaiheen tehtävissä.

Suunnittelijan tehtävänä on tehdä tarjouspyynnön ja työohjelman mukaiset tehtävät. Suunnittelija laatii suunnitelmat vaihtoehtotarkasteluineen, tekee kaupalliset ja tekniset urakkatarjouspyynnöt, toimii pääsuunnittelijana ja vastaa projektipankista. Nykyisin useissa hankkeissa suunnittelija laatii rakentamisen aikaisen suunnittelun. Kulmalan esitti, että suunnittelija tarkistaa, että laitos on toteutettu suunnitelmien mukaan ja laatii lopukuvat urakoitsijan työmaakuvien perusteella.

Mari Heinosen suunnitteluttamista ja Timo Kulmalan suunnitteluosapuolen rooleja käsittelevissä esityksissä todettiin, että mikäli laitoksen tai omat resurssit osaaminen eivät ole riittävät, lisäresursseja tulee hankkia, Case-esityksenä aiheesta oli Kymen Vesi Oy:n toimitusjohtajan Tapani Eskolan esitys ”Laitoksen omat resurssit – lisäresurssien hankkiminen suunnitteluun”. Kymen Vedessä tiedostettiin heti hankkeen aluksi, että Mussalon laitoksen omat resurssit ovat riittämättömät ja hanke on haastava. Olemassa oleva laitos tuli olla koko hankkeen ajan toiminnassa, jolloin suunnitteluttaminen olisi pitänyt tehdä oman työn ohessa. Taustalla oli vielä laitoksen organisaatiomuutos yhtiömuotoon, ja lisäksi hankkeessa oli mukana myös lähialueita, joiden vedet tultaisiin johtamaan uuteen laitok-

seen. Laitoksella tiedostettiin, että ison suunnitteluhankkeen suunnitteluttaminen ja valvominen omana työnä vaikeuttaisi laitoksen normaaleja arjen töitä.

Ratkaisuna resurssipulaan Kymen Vesi Oy hankki sekä suunnittelun että urakoinnin valvontaan ulkopuolisia ammattilaisia. Laitoksen saamista tarjouksista yhdessä pystyttiin tarjoamaan palvelut kaikkiin osa-alueisiin, joita olivat pää-, rakenne-, sähkö-, taloautomaatio-, automaatio- ja aluevalvonta. Laitos valvoi itse koneiston suunnittelun ja urakoinnin. Kymen Veden suunnittelun ja urakoinnin aikainen tehtävien ja vastuiden jako vastasi Kulmalan esittämää toimintamallia, joka on esitetty kuvassa 5. Kymen Vedessä laitos toimi hankkeen johtajana ja valvojat avustivat johtoa, jotta hankkeessa pystyttiin tekemään hyvin valmisteltuja päätöksiä ajallaan.

Toimintamalli, jossa laitos on palkannut suunnitteluhankkeessa avukseen valvojia suunnittelu- ja urakointivaiheeseen, oli Eskolan mukaan uusi sekä suunnittelijalle että urakoitsijalle. Hankkeen suunnittelu- ja urakointivaiheessa tuli käydä läpi hankkeen tiedonkulku ja eri osapuolten roolit. Laitoksen mukaan eri osapuolten tulisi oppia toimimaan joustavasti uudentlaisissa toimintamalleissa eikä pitäytyä tyypillisissä rooleissa.

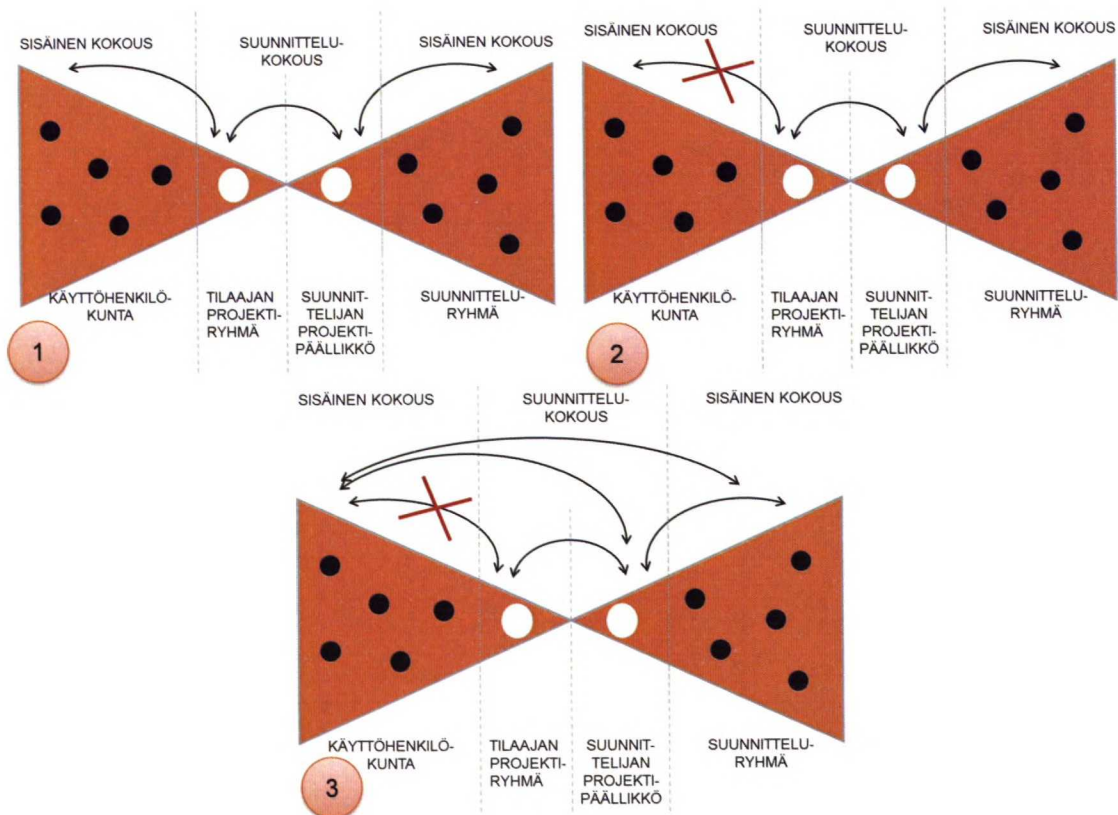
Eskola kertoi esityksessään laitoksen näkökulmasta, mitä etuja valvojista oli koko hankkeelle ja sen eri osapuolille. Lisäresurssien ansiosta pystyttiin laitoksen arkirutiinit hoitamaan hyvin. Valvojat pystyivät laitosta paremmin keskustelemaan hankkeesta oman alansa ”ammattikielellä”. Lisäksi eri ammattilaiset pitivät alakohtaisia kokouksia, joissa pystyttiin keskittymään myös yksityiskohtiin. Suunnittelijoilla ja urakoitsijoilla oli mahdollisuus saada valvojilta uusia näkökulmia ratkaisuihin. Eskolan mukaan rakentamisen aikana useamman tahon yhteistyössä laatimat muutossuunnitelma olivat helppo toteuttaa. Eskolan mukaan valvojien käytön etuina oli, että valvojat pystyivät reagoimaan kysymyksiin nopeasti, jolloin urakoitsijan ei tarvinnut odottaa vastauksia pitkään, ja useimmat asiat ratkaistiin viikkokokouksissa. Valvojat pitivät laitoksen ajan tasalla ja raportoivat hankkeen vaiheista säännöllisesti ja kirjallisesti. Eskolan mukaan urakan vastaanottovaiheen puutelista oli valvojien ansiosta lyhyt, koska hankkeen ongelmat oli jo tunnistettu ja korjattu urakka-vaiheessa.

Esityksen yhteenvedossa Eskola totesi, että valvojien käyttö oli heille kannattavaa ja hän suositteli menettelytapaa. Valvojien ansiosta hankkeessa pystytään miettimään syvemmin suunnittelijan ratkaisuja. Laitos saa valvojilta apua päätöksen tekoon, koska heillä on asiantuntemusta vertailla eri vaihtoehtoja. Kymen Vesi Oy:n hankkeessa valvonnan kustannukset olivat 1,8 % kokonaiskustannuksista, joten valvojien käyttö ei tuo merkittäviä lisäkustannuksia puhdistamohankkeeseen.

Kulmalan esityksessä esiteltiin eri osapuolten roolit ja tehtävät: jotta yhteistyö sujuisi hyvin, tarvitaan toimivaa tiedonkulkua ja kommunikointia. Johanna Sahlstedt Pöyry Finland Oy:stä piti esityksen ”Tiedonkulun hallinta suunnitteluprojektissa”. Esityksessä kuvattiin laitoksen ja suunnittelijan välistä tiedonkulkua, tiedonkulun ongelmia, esiteltiin kehitysideoita tiedonkulkuun sekä pohdittiin, miten ulkopuolinen valvoja muuttaa tiedonkulkua.

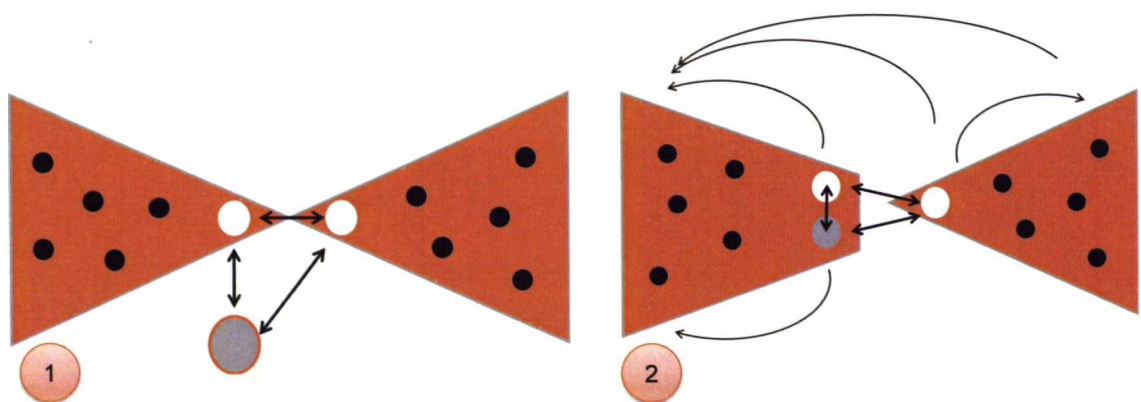
Johanna Sahlstedt kertoi, että hänen kokemuksensa mukaan projektin mahdolliset ongelmat johtuvat usein tiedonkulusta. Suunnittelijalla ja laitoksella on olettamuksia projektista eivätkä nämä olettamukset aina kohtaa. Ongelmia muodostuu, jos olettamuksia ei missään vaiheessa pueta sanoiksi. Kuten Heinosen esityksessä, suunnitteluttamisen perusteista todettiin, että projektin alussa tulee keskustella projektin tavoitteista ja päämääristä, sekä näiden lisäksi Sahlstedtin mukaan tulee keskustella tiedonkulusta ja muodostaa yhteinen visio hankkeesta.

Tyypillinen suunnittelun tiedonkulku on esitetty kuvan 6 kohdassa 1. Kuvasta nähdään, että laitoksen ja suunnittelijan keskeiset henkilöt osallistuvat suunnittelukokouksiin ja molemmilla osapuolilla on lisäksi omat taustaryhmät. Tyypillisesti ajatellaan, että suunnittelija pitää sisäisiä kokouksia oman suunnitteluryhmän kanssa, ja laitos keskustelee käyttöhenkilökunnan kanssa suunnittelukokousten asioista. Sahlstedt totesi, että suunnittelija on projektityöskentelyn ammattilainen ja heille projektin tiedonkulku on arkipäivää. Laitokselle projektityöskentely saattaa olla uutta, eikä laitos ole välttämättä suunnitellut omalta osaltaan projektin tiedonkulkua, jolloin saatetaan päätyä kuvan 6 kohdan 2 tilanteeseen, jossa laitoksen projektiryhmä ei pidä sisäisiä kokouksia käyttöhenkilökunnan kanssa. Laitoksen ei tarvitse olla projektityöskentelyn ammattilaisia, vaan laitos voi Sahlstedtin mukaan antaa suunnittelijalle enemmän projektivastuuta ja ulkoistaa tiedonkulun. Kuvan 6 kohdassa 3 on esitetty, miten suunnittelija voi ottaa käyttöhenkilökunnan aktiivisemmin mukaan laitoksen suunnitteluhankkeeseen. Suunnittelijat voivat pitää erillisiä kokouksia käyttöhenkilökunnan kanssa ja käydä useammalla laitoksella paikan päällä keskustelemassa suunnitteluratkaisuista. Sahlstedt esitti, että laitoksen tulee määritellä suunnittelijan tehtävät ja millaisia kokouksia suunnittelija järjestää. Suunnittelijat voivat olla apuna määrittelemässä, mutta laitoksen on itse tehtävä päätökset siitä, millaisen toimintamallin he haluavat tiedonkulkuun ja mikä on suunnittelijan rooli hankkeessa.



Kuva 6: Tiedon kulun erilaiset vaihtoehdot 1) tyypillinen malli tiedonkulusta, 2) tyypillinen tiedon kulun ongelma, 3) ratkaisuehdotus tiedon kulkuun (Sahlstedt, J., 2012 "Jätevedenpuhdistamot - suunnittelu, toteutus, toiminta" – seminaariesitys, 14.11.2012)

Tapani Eskolan esityksessä esitettiin laitoksen kokemuksia valvojista. Johanna Sahlstedtin esityksessä pohdittiin, mikä on valvojan rooli suunnitteluhankkeissa. Valvoja voi olla kuvan 7 kohdan 1 mukainen taustatuki tai osa laitoksen projektinjohtoa kuten kuvan kohdassa 2. Kaikilla osapuolilla tulee olla sama käsitys valvojan roolista, kenen kanssa valvoja kommunikoi ja kuka tekee päätökset. Johanna Sahlstedt painotti, että näihin ei ole yksiselitteisiä ratkaisuja, vaan projektin alussa tulee sujuvuuden varmistamiseksi käydä läpi tiedonkulku ja vastuut.



Kuva 7: Laitoshankkeen valvojan rooli ja tiedonkulun vaihtoehdot 1) Valvoja taustatukena ja ulkopuolisena asiantuntijana 2) Valvoja osana laitoksen projektin johtoa (Sahlstedt, J., 2012 "Jätevedenpuhdistamot - suunnittelu, toteutus, toiminta" -seminariesitys, 14.11.2012)

Suunnitteluryhmäkeskustelun keskeisimmät teemat olivat hyvän suunnittelun lähtökohdat ja tiedonkulku, joita käsiteltiin myös seminaariesityksissä; sen lisäksi ryhmässä käsiteltiin kokouskäytäntöjä ja laadunvarmistusta. Hyvän suunnittelun lähtökohtana on projektinryhmän asiantuntemus ja pätevyys. Ryhmäkeskusteluissa todettiin, että suunnittelun lähtökohdat luodaan tarjouspyynnössä, ja hyvää suunnittelua saadaan varmemmin painottamalla laatua. Laitoksen tulee kartoittaa oma osaaminen ja arvioida omat resurssit: jos ne eivät ole riittävät, tulee hankkia ulkopuolista apua esimerkiksi hankkeen koordinointiin. Sujuvassa suunnittelussa ei ole kiireen tuntua. Kiirettä saadaan vähennettyä hankkeen alkuvaiheen hyvällä valmistelulla. Laitoksen kannattaa kasata lähtötiedot etukäteen, jotta suunnittelija pääsee aloittamaan työn heti toimeksiannon saatuaan. Hankkeen alussa tulee käydä läpi laitoksen tarpeet ja selvittää jätevedenpuhdistamon ominaispiirteet. Onnistuneissa hankkeissa molemmilla osapuolilla on samat tavoitteet ja yhteinen visio. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon laitoksen käyttö; ryhmän mukaan laitoksen käytettävyyttä saadaan huomioiduksi hyödyntämällä käyttäjien kokemuksia. Laitoksen suunnittelussa voidaan hyödyntää muiden laitoksien ratkaisuja käymällä tutustumassa niihin, poimimalla niiden hyvät puolet ja jalostamalla ideat laitokselle soveltuviksi. Suunnittelijan tehtävänä on esittää erilaisia vaihtoehtoja kustannusarvioineen ja laatia näistä suositus, mutta laitos tekee kuitenkin itse lopullisen päätöksen.

Aloituskokouksessa tulee sopia tiedonkulusta, jotta se olisi sujuvaa ja kaikki osapuolet saisivat tarvittavat tiedot ajallaan eikä tiedonkulku katkeaisi. Ryhmäkeskusteluissa todettiin tyypillisimmiksi tiedonkulun tavoiksi suunnittelupalaverit ja sähköposti. Puhelinkeskusteluista ei ollut mitään mainintaa. Isoissa hankkeissa saatetaan käyttää projektisähköpostia, jonne kaikilla hankkeen suunnittelijoilla on pääsy. Keskustelussa tuotiin esiin, että suunnittelijoiden tulee löytää sujuvasti projektisähköpostista oleelliset sähköpostit, jotka koskevat omaa suunnittelualaa. Suunnittelukokouskäytännöistä pidettiin hyvänä, että ajan säästämiseksi yleiset suunnittelukokoukset ja alakohtaiset kokoukset olisivat erikseen. Aloituskokousta pidettiin tärkeänä kokouksena, ja siellä tulee sopia hankkeen sujuvuuden kannalta oleelliset asiat kuten aikataulu, kustannukset, välitavoitteet, työnjako, tiedonvaihto sekä käydä läpi alkuperäinen suunnittelutarjous ja täydentää sitä tarvittaessa.

Suunnitelmien laadunvarmistus on sekä suunnittelijan että laitoksen tehtävä. Suunnitelmat tulee oikolukea huolella. Suunnitelmien tarkastukseen voidaan käyttää kollegaa tai hankkeen ulkopuolista suunnittelijaa tarkistamaan suunnitelmat. Laitokselle tulee hankkeen aikana paljon luettavaa, ja jos laitos ei itse ehdi perehtyä suunnitelmiin niin lisäapua kannattaa palkata suunnitelmien läpikäyntiin. Suunnitelmista saadaan 3D-suunnittelulla havainnollisempia ja ryhmän mukaan näitä ”maallikkokin” ymmärtää paremmin. 3D-

suunnitelmat helpottavat myös törmäystarkasteluja, jos kaikki eri suunnittelualat laativat suunnitelmat samaan 3D-malliin.

5.3.2 Käyttötuki

Seminaarissa oli kolme esitystä käyttötuesta. Ari Niemelä Finnish Consulting Groupista piti esityksen käyttötukipalveluista ja Niko Rissanen Ramboll Finland Oy:stä täydensi esitystä omassa puheenvuorossaan. Laura Taimioja Porvoon veden Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamolta esitteli laitoksen kokemuksia käyttötuesta.

Niemelä ja Rissanen esittelivät oman organisaationsa käyttötukipalveluita, ja yhteistä näille on, että käyttötukipalvelu räätälöidään aina laitoksen tarpeiden mukaan. Niemelä kertoi esityksessään, että käyttötuen tavoitteena on optimoida jätevedenpuhdistusprosessin toiminta yhteistyönä laitoksen kanssa. Käyttötukipalvelussa asiantuntija käy läpi laitoksen dataa ja käsittelee sen havainnollisemmaksi, kuten laatii graafisia esityksiä kuvaajina tai ainetaseina. Käsitellyn datan perusteella laitoksen toimintaa käydään läpi ja selvitetään mahdollisten ongelmien syyt ja annetaan ohjeet niiden ennakointiin. Käyttötuki täydentää olemassa olevaa prosessitarkkailua, antaa kehitysideoita, ja laitoksen ajo muuttuu suunnitelmalliseksi ja ennakoivammaksi ajosuunnitelman säätöarvojen myötä.

Niko Rissanen täydensi Niemelän esitystä kertomalla, mitä muuta prosessiohjeiden ja -koulutuksen ja datan käsittelyn lisäksi käyttötuki voi olla: käytännön apua, esimerkiksi lomatuurausta, instrumenttien toiminnan tarkistuksia ja kalibrointia sekä analyysipalveluita. Rissanen painotti, että laitoksille laadittavien ohjeiden lisäksi tulee aina antaa myös koulutusta, koska pelkän ohjeen varassa operointi sisältää aina tulkintariskin. Laitoksen käyttötuki voi olla tietyn teeman mukaista: esimerkiksi energian säästö tai kemikaalien syötön optimointi.

Laura Taimiojan kertoi kokemuksista, miten Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamon käyttötuki FCG:n kanssa on laitoksen elinkaaren aikana muuttunut ja kehittynyt. Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamolla on hyödynnetty käyttötukea rakentamisen aikana prosessin käyttöönotossa, prosessiajon opettelussa sekä laitoksen hienosäätöön ja optimointiin.

Aluksi käyttötukipalavereissa keskityttiin määrittämään säätöparametreja ja ymmärtämään niiden merkitystä prosessiajossa, kertoi Taimioja. Kokouksissa käytiin läpi kuluneen vuoden dataa ja laadittiin seuraavalla vuodelle ennusteet ja tavoitearvot sekä lisäksi keskusteltiin kehittämiskohteista ja prosessikokeiluista. Arkipäiväisessä työssä käyttötuki tarkoitti Taimiojan mukaan, että FCG:n käyttötukihenkilö ja laitoksen prosessivastaava olivat usein puhelinyhteydessä ja tarkastelivat tuloksia ja prosessitilanteita yhdessä. Her-

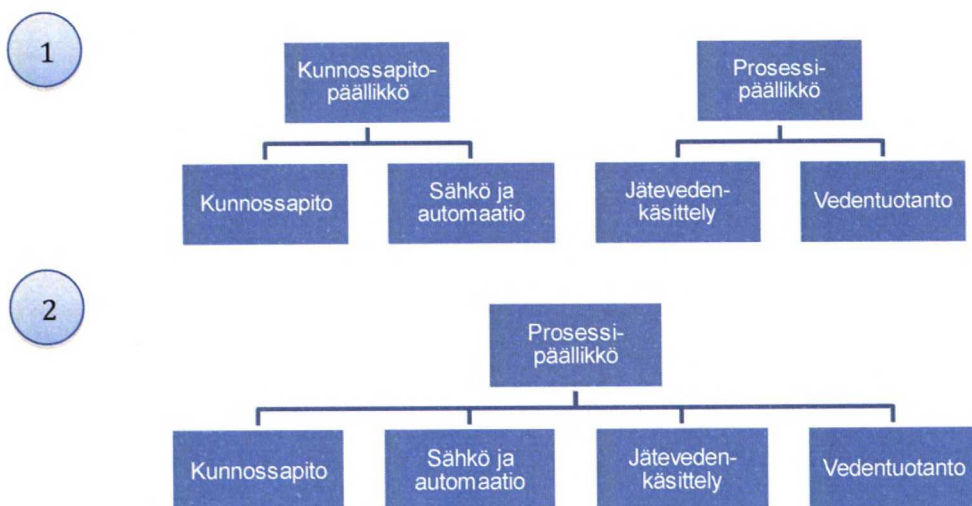
manninsaaren laitoksella henkilökunta tuntee hyvin laitoksen perussäädöt, ja käyttötuesta keskitytään hienosäätöön kuten kemikaaliannostusten optimointiin. Tulevaisuudessa käyttötuen tarve tulee muuttumaan uusien lupaehtojen, prosessimuutosten ja lisäsanerausten myötä.

Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamolla koetaan Taimiojan mukaan, että käyttötukipalvelu on heillä tarpeellinen, koska sen kautta saadaan kaikki hyöty prosessista, ja heillä on aina oman henkilökunnan lisäksi tarjolla lisäasiantuntemusta. Taimioja kertoi, että toisinaan omalle prosessille tulee "sokeaksi" ja ulkopuolisella asiantuntijalla on laajempi näkemys muista laitoksista, jolloin hän osaa nähdä asioita eri näkökulmasta. Täten laitos saa käyttötukipalvelun kautta muiden laitosten hyviä käytäntöjä.

5.3.3 Kunnossapito

Kunnossapidon osalta seminaarissa kuultiin Janne Mäki-Petäjän esitys, jossa kerrottiin Lahti Aqua Oy:n kunnossapidon toimintamallin kehittamisestä. Lisäksi kunnossapito oli yhtenä ryhmäkeskustelun aiheena.

Lahti Aqua Oy:ssä oli aikaisemmin kunnossapidon ja prosessin osalta omat ryhmät. Organisaatiomalli on esitetty kuvan 8 kohdassa 1. Kunnossapitoyksikkö toimi prosessiyksikön työtilausten mukaan ja eikä ennakoivaa kunnossapitoa tehty systemaattisesti tai töitä dokumentoitu. Vuonna 2012 Lahti Aqua Oy uudisti kunnossapidon toimintamallin, jonka malli esitetty kuvan 8 kohdassa 2. Mallin kehittämisessä oli käyttäjät aktiivisesti mukana. Uudistuksen myötä prosessit ja kunnossapito kuuluvat samaan yksikköön. Lahti Aqua:lla on kaksi laitosta, ja henkilökunta työskentelee aina yhdelle laitokselle neljä kuukautta, jolloin saadaan työkiertoa. Molemmilla laitoksilla on kaksi henkilöä, jotka keskittyvät ennakko- ja huollon tehtäviin. Kunnossapitoa koordinoidaan kunnossapito-ohjelmiston avulla, jonne on määritelty laitteiden kunnossapitotoimet ja niiden laajuus.



Kuva 8: Lahti Aqua Oy:n kunnossapito-organisaation malli ennen ja vuoden 2012 jälkeen 1) Ennen vuotta 2012 kunnossapidolla ja prosessilla oli erilliset organisaatiot 2) Vuonna 2012 kunnossapito- ja prosessiyksiköt yhdistyivät (Mäki-Petäjä, J., 2012 "Jätevedenpuhdistamot- suunnittelu, toteutus, toiminta" -seminaariesitys, 14.11.2012).

Uutta Lahti Aqua Oy:n toimintamallissa, verrattuna useisiin muihin laitoksiin, on laitosten välinen työkierto. Käyttöhenkilökunta on kokenut hyvänä, että he voivat työskennellä molemmilla laitoksilla. Lisäksi toimintamalli on rakennettu käyttäjälähtöisesti, jolloin koko henkilökunta on jo suunnitteluvaiheessa sitoutettu malliin. Toimintamalli soveltuu hyvin Lahteen, koska laitosten välinen etäisyys on vain 6 km ja työntekijöiden työmatka- ja aika ei kasva kohtuuttomasta työkierron takia.

Kunnossapidon keskusteluissa keskeisimmiksi aiheiksi muodostuivat kunnossapidon huomioiminen suunnittelussa, kehitysideat kunnossapidon huomioimiseksi ja kunnossapidon organisointi. Ryhmän mukaan suunnittelu on usein prosessikeskeistä eikä aika riitä kunnossapidon suunnitteluun. Kunnossapito tulisi ryhmän mukaan huomioitua paremmin, jos käyttäjien näkemykset ja kokemukset otettaisiin huomioon suunnittelussa. Osalla keskusteluryhmäläisistä oli kokemuksia siitä, että laitoksen johto ei tuo suunnittelukokouksissa esiin käytön esittämiä toiveita, jolloin ongelmana on puutteellinen tiedonkulku. Ryhmäkeskustelussa ideoitiin käytettävyysspalavereita, joissa keskusteltaisiin käyttäjien kanssa laitoksen nykyisestä kunnossapidosta ja miten käyttö tulee ottaa huomioon suunnitelmissa. Ryhmän mukaan käytön huomioiminen ei tarkoita, että suunnitelmat lähetetään käyttöhenkilökunnalle kommentoitavaksi. Käytön kanssa samanaikaisesti tulisi pitää kunnossapidon suunnitelmakatselmus, jossa käydään läpi kunnossapidon kannalta oleelliset asiat kuten laitesijoitus-, putkisto- ja koneistosuunnitelmat.

Haastavat kohteet kunnossapidon kannalta havaitaan putkistojen törmäystarkasteluissa, ja ryhmän mukaan näihin tulisi varata riittävästi aikaa; laitosten tulisi myös erikseen vaa-

tia niitä jo tarjouspyynnössä. Ryhmän mielestä suunnittelijan ei tarvitse olla käytön asiantuntija, vaan heidän on tehtävä nykyistä tiiviimpää yhteistyötä käytön kanssa. Kunnossapidon osalta rakentamisen aikana urakoitsijan ja valvojan tulee osata ottaa huomioon, että suunnitelmat joudutaan usein laatimaan oletuslaitteilla. Kun todelliset laitteet on määritetty, suunnitelmat tulee tarkistaa muun muassa nostimien osalta, jotta laitteet ja nostimet tulee asennetuksi kohdilleen.

Laitoksilla on erilaisia tapoja organisoida kunnossapito. Joillakin laitoksilla on enemmän henkilökuntaa kunnossapidon töihin kun taas toisilla kunnossapitotöitä on ulkoistettu paljon. Ryhmän mukaan jätevedenpuhdistamoilla on positiivisia kokemuksia kunnossapitojärjestelmistä. Osalla ryhmäläisistä ei ollut kokemusta järjestelmistä, vaan heillä kunnossapito perustui käyntiaikalaskureihin eikä laitoksella kirjattu ylös, mitä töitä on tehty.

5.3.4 Operointi

Operointia sivuttiin seminaariesityksissä, mutta erillistä esitystä aiheesta ei ollut. Operointi oli yhtenä aiheena ryhmäkeskusteluissa. Ryhmän mukaan operoinnin perusta on osaava henkilökunta, jota on riittävästi normaalitoiminnan sekä loma-aikojen aikana. Toinen tärkeä tekijä on, että laitos on oikein suunniteltu ja rakennettu. Korkeatasoinen automaatio tekee laitoksesta helpommin operoitavan. Operoinnin kannalta suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös poikkeustilanteet, joita varten laitoksella tulee olla varajärjestelmät.

Automaation taso määritellään nykyisin mahdollisimman korkeaksi. Online-mittauksista saadaan paljon tietoa operoinnin päätöksen tekoon. Ryhmän mukaan laitoksilla on paljon mittauksia, mutta tietoa ei osata hyödyntää ja käsitellä. Isot laitokset osaavat yleensä hyödyntää mittaustuloksia, mutta pienet ja keskisuuret laitokset tarvitsisivat koulutusta datan käsittelyyn ja tulkintaan. Automaatiomittausten lisäksi tarvitaan laboratoriomittauksia automaatiomittausten oikeellisuuden tarkistamiseksi ja kalibrointia varten. Mittareiden oikeellisuuden varmistamiseksi niitä tulee huoltaa säännöllisesti.

Uuden prosessin käyttöönotossa laitokset saavat koulutusta laitetoimittajilta ja suunnittelijoilta. Ryhmän mukaan laitosten koulutustarpeet riippuvat laitoksesta. Ryhmällä oli ideoita koulutuksen kehittämiseen. Koulutuksen voisi koota laite- ja prosessiosakohtaisesti ja se voisi olla kaksiosainen – perehdytysosa ja syventävä koulutus. Koulutusten välissä käyttäjät ehtisivät tutustua omaan prosessiinsa ja toisessa koulutusvaiheessa olisi helpompi omaksua koulutusta.

Automaatiojärjestelmän valinta perustuu ryhmän mukaan järjestelmän saatavuuteen, tunnettavuuteen, huoltopalveluiden sisältöön ja järjestelmän laajennettavuuteen. Lisäksi

järjestelmän valinnassa tulee ottaa huomioon, kehitetäänkö järjestelmää jatkossa vai onko kyseessä ”poistuva tuote”. Automaation ohjausjärjestelmät perustuvat suunnittelijan laatimaan ohjaus- tai toimintajärjestelmään.

5.3.5 Ohjeistukset

Janne Mäki-Petäjän esityksessä kerrottiin Aqua Palvelu Oy:n laitosten toimintaohjeiden laatimisesta ja ohjeistuksista keskusteltiin myös ryhmäkeskusteluissa. Lahti Aqua Oy:llä on laadittu molemmille laitoksille Kariniemeen ja Ali-Juhakkalaan toimintaohjeet laitosten ajotapojen yhtenäistämiseksi. Janne Mäki-Petäjä kertoi esityksessään, että aikaisemmin laitokset toimivat erillisinä yksiköinä ja niihin oli muodostunut aivan omat ”kulttuurit”. Ohjeisiin kerättiin molempien laitosten parhaat käytännöt, ja lisäksi ohjeissa oli neuvoja laboratoriotulosten tulkintaan ja miten tuloksiin tulee reagoida. Yhtenäiset ohjeet tarvittiin, koska vuonna 2010 Lahti Aqua Oy otti käyttöön operaattorimallin, jossa yksi operaattoreista on pääoperaattori viikon kerrallaan ja laitosten välillä on työkiertoa.

Ohjeistuksen osalta ryhmäkeskusteluissa ryhmän muistiinpanojen perusteella oli keskitetty muutamiin teemoihin tarkemmin. Ryhmä keskusteli siitä, mitä ohjeita laitos tarvitsee, miten ohjeet kannattaa laatia ja mikä ohjeissa on tärkeää.

Laitokset tarvitsevat ohjeita prosessiajon tueksi, toimintaohjeita poikkeus- ja häiriötilanteisiin, huolto- ja kunnossapitoon. Laitoksilla on myös lakisääteisiä ohjeita kuten pelastus- ja valmiussuunnitelmia. Ohjeiden laatiminen on osa laitoksen riskienhallintaa, ja riskiarvioiden myötä saattaa syntyä tarpeita laatia ja uusia ohjeistuksia. Poikkeustilanteiden osalta tulee olla viestintäohjeet. Laitoksen kannattaa ottaa ohjeiden laatimiseen mukaan henkilöitä organisaation eri tasoilta, jolloin ohjeiden laatimisessa huomioidaan käytännön työ ja kerättiin kokeneilta työntekijöiltä hiljaista tietoa. Konsultilla on usein laajempi näkökulma ja he tuntevat ajantasaisen lainsäädännön. Ryhmän mukaan laitosten kannattaa arvioida, mitkä ohjeet laitos laatii itse ja mitkä ohjeet yhteistyössä konsultin kanssa. Ryhmä ei suositellut ohjeiden laatimisen ulkoistamista, vaan laitoksen tulee aina olla mukana työssä. Ohjeiden laatimisen yhteydessä tulee kiinnittää huomiota helppolukuisuuteen ja miettiä mistä ohjeet ovat helposti saatavilla ja luettavissa.

Huolto- ja kunnossapidon ohjeet ovat osana kunnossapitojärjestelmiä. Kaikilla laitoksilla ei järjestelmiä ole käytössä, jolloin ohjeet voivat olla kootusti huoltomapisissa. Laitokset saavat huolto-ohjeita myös laitetoimittajilta, ja laitosten tulee käydä ohjeet huolella läpi, koska ohjeet eivät sovellu sellaisenaan laitokselle. Käytännön töissä uudet työntekijät oppivat työt kokeneen työntekijän opastuksella ja uudet työntekijät voisivat kirjoittaa näitä ohjeita ylös, jolloin saataisiin kerättyä hiljaista tietoa.

5.3.6 Ulkopuoliset palvelut

Turun Seudun Puhdistamo Oy:llä on suomalaisittain erilainen toimintamalli, jossa on ulkoistettu lähes kaikki muu kuin itse laitoksen prosessin ohjaus. Mirva Levomäki piti esityksen ”Ulkopuoliset palveluntuottajat laitoksen arjessa”, jossa esiteltiin Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon palveluntuottajat ja miten yhteistyö laitoshenkilökunnan ja ulkopuolisten toimijoiden kanssa on organisoitu. Ulkoisista palveluista keskusteltiin myös yhdessä ryhmäkeskustelussa.

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla on omaa henkilökuntaa 11 henkilöä, ja laitoksen henkilökunta keskittyy ainoastaan jätevedenpuhdistukseen. Turun Seudun Puhdistamo Oy on ulkoistanut muun muassa seuraavat toiminnot: laitoksen ja pumppaamojen kunnossapito, lietteenkäsittely, laboratorio-, näytteenotto- ja raportointipalvelut. Lisäksi laitoksella on useita palvelusopimuksia eri toiminnoille kuten siivous, IT-palvelut, automaation ylläpito, analysointien huollot ja taloushallinto.

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla ulkopuolisista toimijoista on positiivisia kokemuksia. Ulkopuoliset toimijat käyvät perehdytyskoulutuksen, joka sisältää tiedot muun muassa informaationkulusta ja työturvallisuudesta. Laitoksen käyttömestari tulee aina olla tietoinen ketkä työskentelevät kalliopuhdistamon luolatilissa ja lisäksi käyttömestari myöntää työ-, kulku- ja tulityöluvat. Levomäki kertoi, että oma henkilökunta hallinnoi ja koordinoi ulkoistettuja toimintoja, jolloin he ovat mukana toiminnassa ja tiedonkulku on helpompaa. Laitoksella käy ulkopuolisten toimijoiden lisäksi noin 2000 vierailijaa vuodessa ja lisäksi laitoksella on harjoittelijoita ja lopputyöntekijöitä. Yhteistyö monien eri toimijoiden kanssa toimii Levomäen mukaan hyvin, koska tiedonkulku on sujuvaa ja ajantasaista.

Ulkoisten palveluiden osalta ryhmässä keskusteltiin ulkoistussopimuksen laatimisesta, mahdollisista ongelmista, ulkopuolisten toimintojen koordinoinnista ja ulkopuolisten palveluiden tulevaisuudesta. Ryhmässä oli mukana henkilöitä, joilla oli kokemusta ulkoistamisesta, joten keskusteluun saatiin käytännön näkökulmaa. Ulkoistamisessa on tärkeää selvittää tarkkaan, mitä halutaan ulkoistaa ja mitä tehdään itse, jotta sopimusrajat pysyvät tarkkoina. Sopimukseen tulee kirjoittaa auki, mikä on palvelun vasteaika eli miten nopeasti laitoksen tulee saada palvelua, mitkä tehtävät kuuluvat sopimukseen ja miten toimitaan päivystystehtävissä.

Ongelmia ryhmän mukaan syntyy, jos ulkopuolisen palvelun tarjoajalle ei ole määritelty tarkkoja tehtäviä. Jos laitokselle joudutaan uusimaan laitteita, niin ongelmaksi voi muodostua, miten uusi laite määritellään, koska liian tarkat määrittelyt voivat olla hankintalain vastaisia. Sopimuskauden päätyminen ja mahdollisen uuden toimijan aloittaminen voi

olla haasteellista. Turun Seudun Puhdistamo Oy:llä laitoksen edustaja toimii ulkoisten palveluluiden esimiehenä, jolloin laitoksella pysyy tuntuma ulkoistettuihin töihin. Ensimmäinen sopimuskausi on lyhyt, koska ensimmäisellä kaudella harjoitellaan uutta toimintamallia ja näin voidaan kehittää toimintaa toista kautta varten.

Käytännön työssä ulkopuolisen toimijan tulee dokumentoida tehdyt työt, ja tässä voidaan hyödyntää kunnossapitojärjestelmää. Järjestelmän avulla laitoksen on helpompi koordinoita ulkoisia toimijoita.

Laitoksen erikoistöiden ja ei-ydintoimintojen ulkoistaminen on ryhmän mukaan tulevaisuutta. Ryhmässä arveltiin, että jatkossa tulee olemaan yhä enemmän huolto- ja kunnossapitopalveluita tarjoavia organisaatiota. Ulkoistuksen nykytilaa ja tarpeita jätevedenpuhdistamoilla ei ole selvitetty, ja ryhmä ideoi, että aiheesta voisi laatia selvityksen, jossa selvitetäisiin muun muassa mitä toimintoja on ulkoistettu, millaisia kokemuksia ulkoistamisesta on ja mitä tarpeita tulevaisuudessa olisi.

5.3.7 Koulutus

Ammattitaidon kehittämisestä ja koulutuksesta ei ollut seminaariesitystä, mutta se oli yhtenä ryhmäkeskusteluaiheena. Ryhmäkeskustelussa käytiin läpi, miten ammattitaitoa ylläpidetään, miten koulutusta pitäisi kehittää, miten suunnittelun ja urakoinnin ajan kokemuksista voitaisiin oppia ja millaista koulutusta operointiin tarvittaisiin. Keskusteluissa laitosten edustajat kertoivat, että laitoshenkilökunta ylläpitää omaa ammattitaitoa osallistumalla alan tapahtumiin ja koulutustilaisuuksiin. Laitokset keskustelevat kollegoidensa kanssa ja jakavat tietoa tätä kautta. Ammattitaitoa voidaan kehittää myös lukemalla alan kirjallisuutta ja artikkeleita.

Ryhmässä keskusteltiin, millaisia koulutustarpeita jätevedenpuhdistamoiden henkilökunnalla on. Ryhmän mukaan tarvittaisiin lisää koulutusta lainsäädännön osalta kuten hankintalaista ja vesi- ja ympäristölainsäädännöstä. Ryhmän laitosten edustajat halusivat vertaiskoulutusta käymällä laitospvierailuilla ainakin kerran vuodessa. Keskusteluissa ideoitiin sisäisen koulutuksen mallia, jossa laitoksella otettaisiin tavaksi jakaa työkavereille koulutuksessa saatua tietoa muutenkin kuin laittamalla saatu materiaali jakoon eli kertomalla koulutuksen tärkeimmät asiat esimerkiksi kahvitauolla. Lisäksi ryhmässä keskusteltiin hiljaisen tiedon keräämisestä. Keskusteluissa nousi esiin näkökulma "oikeanlaisen" hiljaisen tiedon välittämisestä, koska osa hiljaisesta tiedosta on esimerkiksi vanhoja käsitäyksiä työturvallisuudesta, mitkä voisivatkin poistua alalta. Ryhmän mukaan nykyiset koulutukset antavat hyvää yleistietoa, mutta eivät kehitä käytännön työn osaamista. Ryhmän mukaan laitokset tarvitsisivat omalle laitokselle suunnattua koulutusta.

Suunnittelun ja urakoinnin jälkeen pidetään taloudellinen loppuselvitys, mutta koko hanketta käsittelevät palautepalaverit ovat harvinaisia. Kärjistäen voidaan todeta, että suunnittelija ja urakoitsija saavat palautetta vain, jos jokin ei toimi. Ryhmän mukaan hankkeen lopuksi olisi hyvä järjestää epämuodollinen tilaisuus, jossa käytäisiin hanke läpi – onnistuneet ratkaisut ja kehityskohteet.

5.4 Tutkimustulosten luotettavuuden arviointi

Teemahaastattelut ovat luonteeltaan keskustelevia, jolloin haastattelijalla on haasteena pitää keskustelu luontevana, mutta osata ohjata se takaisin tutkimuksen pääteemoihin. Haastattelun teemojen rakenne oli pyritty laatimaan siten, että eri teemoja käsiteltiin suunnitteluhankkeen etenemisjärjestyksessä, jolloin keskustelu kulki luontevasti eteenpäin eri teemoissa eikä keskustelu poikennut liikaa annetuista teemoista. Haastatteluiden jälkeen laadittiin teemojen mukaisesti jäsennellyt muistiinpanot, jotka auttoivat tutkimustulosten analysointia ja dokumentointia. Teemahaastattelussa on riskinä, että saatu aineisto on sekavaa (Hirsjärvi, Hurme 2008), mutta tässä tutkimuksessa työn alkuvaiheesta lähtien pyrittiin työskentelemään järjestelmällisesti, jotta tulosten käsittely olisi sujuvaa.

Haastattelututkimuksissa tutkija on toisena osapuolena tutkimuksessa eikä tutkijan vaikutusta haastattelun kulkuun ja kerättyyn tietoon voida jättää huomioimatta. Osa työssä mukana olevista laitoksista oli haastattelijalle tuttuja aikaisempien töiden kautta, jolloin laitoksilla oli ennakkokäsitys haastattelijasta. Haastatteluiden vastauksista ei kuitenkaan voitu havaita eroa, oliko laitos haastattelijalle entuudestaan tuttu. Haastattelijalle uusista laitoksista muutaman laitoksen oli suunnittelut suunnittelutoimisto, josta haastattelija on väliaikaisesti vapaalla. Nämä laitokset vastasivat aluksi haastattelijan kysymyksiin varautuneesti eivätkä ne välttämättä halunneet tuoda esiin mahdollisia suunnittelun aikaisia ongelmia. Haastattelun edetessä laitokset palasivat alun kysymyksiin ja täydensivät vastauksiaan. Voidaan siis todeta, että haastattelijan työhistorialla oli jonkinlainen merkitys, mutta haastattelija sai kuitenkin kaikilta laitoksilta edustavat vastaukset kaikkiin teemoihin.

Laitoshaastatteluihin vaikutti haastatteluympäristö ja haastatteluryhmä. Haastattelun alussa läsnä oli laitoksen johtoa, jolloin kysymyksiin ensisijaisesti vastasi laitoksen johto ja käyttäjät täydensivät vastauksia. Laitosympäristössä sen sijaan käyttäjät kertoivat ja esittelivät hyvin yksityiskohtaisesti laitoksen suunnitteluratkaisujen toteutuksia. Ilman laitospäätöstä monet tutkimuksen kannalta tärkeät näkökohdat olisivat jääneet huomioimatta. Haastattelussa saatiin edustavinta tietoa haastateltavien omassa työympäristössä.

Suunnittelutoimistoja tutkimuksessa oli mukana vain kolme suurinta, ja näistä kahdessa haastatteliija oli työskennellyt aikaisemmin. Kaikissa kolmessa suunnittelutoimistossa aiheita käsiteltiin samalla tavalla eikä haastatteluvastausten perusteella voida havaita, että haastattelijan aikaisemmilla työsuhteilla olisi ollut merkitystä.

Seminaari oli tutkimusmenetelmistä objektiivisin, koska tutkija itse ei ollut vahvasti esillä, vaan lähinnä seurasi esityksiä. Seminaariin saatiin uutta näkökulmaa, koska kaikki osallistujat ja esiintyjät eivät olleet olleet mukana haastatteluissa, jolloin heillä ei ollut ennakkokäsitystä tutkimuksesta. Seminaarin videointi saattoi aluksi luoda pientä jännitteisyyttä ilmapiiriin, mutta sen ei koettu vaikuttavan yleisön aktiivisuuteen. Tyypillisesti kaikissa tilaisuuksissa yleisö tarkkailee ensin tilannetta ja yleisökysymyksiä tulee vasta tilaisuuden lopuksi. Seminaarissakin loppujen lopuksi olisi syntynyt enemmän keskustelua kuin siihen oli varattu aikaa. Seminaarissa oli lähes tunnin mittainen ryhmäkeskusteluosuus, jossa saatiin hyvin koottua eri suunnitteluhankkeen osapuolten näkemyksiä tutkimuksen teemoista. Nämä keskustelut olivat hyvin vilkkaita, ja seminaaripalautteen perusteella ryhmät olisivat voineet keskustella pidempääkin.

6 TUTKIMUKSEN YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella jätevedenpuhdistamojen suunnittelua, käyttöä ja toteutusta ennakkoon määriteltyjen teemojen mukaisesti ja erityisesti laitosten käytettävyyden ja käytön kannalta. Laitos- ja suunnitteluhaastatteluiden sekä järjestetyn seminaarin esitysten ja ryhmäkeskustelun pääkohdat on koottu kolmeen: suunnitteluun, toteutukseen ja toimintaan. Suunnittelun osalta yhteenvedossa on käsitelty suunnitteluttamista, suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä, käytettävyyden huomioimista suunnittelussa ja tämän tutkimuksen aikana esitettyjä suunnittelun kehitysideoita. Toteutuksesta on koottu yhteenveto toteutusratkaisujen onnistumisesta ja kehityskohteista laitoksien näkökulmasta. Lisäksi esitetään yhteenveto urakoinnista ja käyttöönotosta. Toiminnan osalta kuvataan laitoksen operointia, käyttöä ja niihin liittyviä toimintoja.

6.1 Suunnittelu

Laitosten näkökulmasta suunnitteluhankkeen päälähtökohta on ympäristöluvassa esitetyt lupamääräykset ja suunnittelun lähtökohdat määrittää tarjouspyyntö, lähtötiedot ja aikataulu. Laitoshankkeen kriteerit ja tavoitteet tulee määrittää tarkasti ja yksiselitteisesti hankkeen alussa. Suunnittelun sujuvuuteen vaikuttava tekijä on oikea-aikainen ja perusteltu päätöksenteko. Laitoshankkeessa tulee eri osapuolten tehtävät ja roolit määritellä yksiselitteisesti ja eri ryhmien välisen tiedonkulun tulee olla hallittua.

Vain muutamilla laitoksilla suunnitteluryhmä sisälsi laitoksen johdon lisäksi käytön edustusta. Haastateltujen laitosten välillä oli suuria eroja siitä kuinka paljon henkilökunnalla oli kokemusta ja resursseja isojen hankkeiden suunnitteluttamiseen, mutta vain muutamalla laitoksella oli palkattu lisäapua suunnitteluttamiseen. Laitoksen toimintamuoto (kunnallinen, liikelaitos) vaikuttaa hankkeen päätöksentekoon ja budjettiin.

Laitoksien asettamat suunnittelun kriteerit liittyivät prosessiratkaisuihin ja tekniikkaan, mutta toisaalta laitoksilla oltiin tyytyväisiä, jos suunnittelussa oli otettu huomioon laitoksen työskentelyolosuhteet, kunnossapito- ja huoltotyöt, tilojen puhtaanapito ja vältetty prosessin hydraulisten pullonkaulojen muodostuminen. Käytettävyyden huomioimiseen vaikuttaa laitoksen aktiivisuus suunnitteluprosessissa, suunnitteluun varattu aika, suunnittelijan kokemus ja mahdollisuus keskustella käyttäjien kanssa. Lisäksi esitettiin, että yleissuunnitteluvaiheen jälkeen voitaisiin pitää käytettävyyden kannalta eri teemoista ideointipalavereja. Käytön ja kunnossapidon huomioiminen edesauttaa ylläpitämään laitoksen suunniteltua tasoa.

Suunnittelijat käyttävät omien suunnittelukäytäntöjen lisäksi suunnittelukäsikirjoja laitteiden ja prosessin mitoittamiseen. Suunnittelukäsikirjat soveltuvat hyvin mitoitusarvojen

tarkistamiseen ja prosessitekniiseen suunnitteluun. Laitosten käytettävyyttä ja suunnittelun hyviä käytäntöjä sen sijaan kirjoissa oli eniten huomioitu vertailtavista käsikirjoista Kaupunkiliiton ja WEF:n julkaisuissa. Suomenkielisistä kirjoista Kaupunkiliiton julkaisussa B87 Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu (1980) on hyviä ja ajattomia näkökulmia suunnitteluun ja siinä huomioidaan myös laitoksen käyttöhenkilökunnan tarpeet. Kokeneiden suunnittelijoiden jäädessä eläkkeelle uusi suunnittelusukupolvi tarvitsisi ajantasaisen vastaavanlaisen käsikirjan. WEF:n käsikirjan (WEF 2010a) ensimmäisessä osassa tuodaan esiin vahvasti laitoksen käytön ja kunnossapidon tarpeet. Lisäksi siinä on esitetty hyvin suunnitteluhankkeen eri osapuolten roolit ja tehtävät sekä mitä päätöksiä tulee hankkeen eri vaiheissa tehdä.

Suunnittelijoiden mukaan hyvä suunnitelma on yksiselitteinen, toteutettava ja ristiriidaton. Lisäksi hyvän suunnitelman ratkaisujen tulee olla helposti toteutettavissa ja rakennettavissa. Suunnitelman lopulliseen toteutukseen vaikuttaa myös urakointi- ja valvontavaihe.

Laitosten mukaan suunnittelijat ovat toisaalta ostettua asiantuntijapalvelua, mutta myös yhteistyökumppaneita. Suunnittelijoiden mukaan laitos on ensisijaisesti yhteistyökumppani, mutta myös maksava asiakas. Kaikissa hankkeissa yhteistyö ei sujunut ongelmitta johtuen tiedonkulusta, kiireestä tai päätöksentekotavoista. Hyvän suunnittelijan ominaisuutena pidettiin kykyä toimia rakentavasti ristiriitatilanteissa, käytännönläheistä suhtautumista ja kykyä perustella ratkaisuja.

Suunnittelun laadunvarmistuksessa osa laitoksista käytti oman henkilökuntansa lisäksi ulkopuolisia tarkastajia suunnittelun dokumentaatiolle. Suunnittelijoiden laadunvarmistus perustui laatujärjestelmän mukaiseen työskentelyyn, suunnitelmien ristiriitaisuuksien tarkastamiseen, eri putkistojen törmäystarkasteluun; suunnitelmia tarkastutettiin myös kollegoilla. Laitoksen ja suunnittelijoiden yhteisistä laatukäytännöistä yksi laitos mainitsi riskiarviot.

Seminaarissa esitettiin uusia ideoita yleissuunnitelmavaiheen kehittämiseksi. Yleissuunnitelmavaiheessa tehdään hankkeen suuret linjaukset, joten tarvittaessa laitokset voisivat hankkia kaksi eri yleissuunnitelmaa, jolloin toteutusvaihtoehtoja tulisi tarkasteltua laajemmin. Käytävyyden, huollon ja kunnossapidon huomioimiseksi esitettiin käyttäjien ja suunnittelijoiden käytettävyysspalaveria, jossa suunnitelmat tarkastetaan käytön näkökulmasta.

6.2 Toteutus

Laitokset pitivät laitoksensa toteutusta kokonaisuutena hyvänä, vaikka lähes kaikilla laitoksilla oli kritiikkiä ja kehityskohteita laitoksen toteutukseen sekä ratkaisuja, joihin ei oltu tyytyväisiä. Laitoksilla oli erilaisia kokemuksia eri suunnittelualojen suunnitteluratkaisuista. Yhteistä oli, että lähes kaikki laitokset olivat tyytyväisiä prosessi- ja automaatio-suunnitteluun. Eniten mielipiteitä jakoi koneisto-, sähkö- ja LVI-suunnittelu. Toteutuksessa tulisi kiinnittää huomio laitoksen käytettävyyteen, huoltoon ja kunnossapitoon. Joissakin tapauksissa oli ristiriitaisia käsityksiä siitä kenen vastuulle kuuluu tarkistaa toteutusratkaisun käytettävyys, koska suunnitelmat saattavat perustua oletuksiin, jotka tulisi tarkistaa rakennusvaiheessa. Vedenjako eri linjoille ja laitoksen hydraulisen profiilin suunnittelua ei ollut toteutunut kaikilla laitoksilla riittävän hyvin. Työturvallisuustekijät oli huomioitu yleisesti hyvin laitoksilla, mutta muutamia poikkeuksiaikin oli - tosin kriittisimmät poikkeamat, kuten heikot putkikannattimet havaittiin ennen käyttöönottoa, jolloin ne ehdittiin korjata ennen toiminnan aloittamista.

Urakointivaiheen kokemuksiin vaikutti urakoitsijan toimintatapa, rakentamisen aikaisen suunnittelun sujuvuus ja valvojien ammattitaito. Urakointivaiheessa tulee käydä sama keskustelu uudelleen kuin suunnitteluvaiheessa, jossa sovitaan tiedonkulusta sekä eri osapuolten tehtävistä ja vastuista. Urakointivaiheen onnistumiseen vaikutti, miten vahvan roolin laitos otti rakennuttajana, miten nopeasti päätöksiä pystyttiin tekemään ja kuinka paljon urakointivaiheessa kehitettiin laitoksen käytettävyyttä. Urakointivaiheeseen laitokset voivat palkata avuksi projektipäällikön ja -koordinaattorin, valvojia tai tilaajakonsultin. Haastatelluilla laitoksilla oli hyviä kokemuksia ulkopuolisista toimijoista, ja suunnittelijat pitivät käytäntöä hyvänä, mikäli yhteistyömuoto oli määritelty tarkasti. Käyttöhenkilökunta oli useimmilla laitoksilla mukana työmaakokouksissa. Kaikilla haastatelluilla laitoksilla prosessin ylösajo ja käyttöönottovaihe oli sujunut odotettua helpommin. Takuuajana osa laitoksista ilmoitti kaikki viat ja poikkeamat, osa teki itse korjauksia ja ilmoitti vain merkittävimmät viat. Laitokset olivat yhtä mieltä siitä, että takuuajana pitäisi olla tekemättä korjauksia itse.

Käyttöönottokoulutus on laitoksille tarpeellinen, mutta varsin tiivis kokonaisuus omaksuttavaksi. Käyttöönottokoulutusta ehdotettiin muutettavaksi kaksivaiheiseksi, ja koulutuksen tulisi palvella enemmän laitoksen käytön tarpeita. Käyttöönottokoulutuksen ja taloudellisen selvityksen lisäksi olisi tarvetta hankkeen jälkeiselle yhteiselle vapaamuotoiselle keskustelulle hankkeen eri vaiheiden onnistumisesta ja kehityskohteista.

6.3 Toiminta

Jätevedenpuhdistamon toiminnan päätarkoitus, puhdistaa jätevettä purkuvesistölle asetettujen tavoitteiden mukaisesti, toteutui kaikilla laitoksilla. Laitosten prosessi on toteutettu siten, että se vastaa toiminnan päätarkoitusta. Laitosten operointiin ja ohjaukseen käytetään automaatiojärjestelmiä ja operoinnin tueksi on automaattimittauksia. Laitokset saavat koulutusta uuden prosessin käyttöönotossa ja lisäksi markkinoilla on käyttötukipalveluita, joita muutamaiset laitokset käyttävät. Osalla laitoksilla oli ohjeita prosessin ajon tueksi. Ohjeet oli laadittu joko normaalin, poikkeustilanteen tai päivystyksen tarpeisiin. Ohjeet olivat joko laitoksen itse laatimia tai suunnittelijan, urakoitsijan tai laitetoimittajan laatimia.

Laitoksen toiminnan kehittämiskohteet liittyivät käytettävyyteen, tilasuunnitteluun, huoltoon, kunnossapitoon ja puhtaanapitoon. Laitteiden väljä sijoittaminen, oikein kohdistetut nostimet ja laadukkaat laitteet helpottivat laitoksen huoltotöitä. Hyvin toimiva esikäsittely esti hiekasta ja räteistä johtuvia kulumia ja tukkeumia jatkoprosessissa. Lisäksi riittävät huuhteluyhteet ja huoltoventtiilit helpottivat huoltoa ja tukkeumien poistoa. Puhtaanapito oli joissakin kohteissa hankalaa, koska tiloissa ei ollut vesipisteitä ja lattiakaivoja tai lattioiden kaadot olivat väärin.

Kaikilla laitoksilla oli jokin sähköinen järjestelmä kunnossapidon töiden hallintaan: joko kunnossapito-ohjelmisto tai laitteiden käyntiaikoihin perustuva huoltomuistio. Laitokset käyttivät oman henkilökuntansa lisäksi ulkopuolisia toimijoita, ja yksi laitos oli ulkoistanut kunnossapitonsa kokonaan.

Laitoksilla pidettiin työviihtyvyyttä toiminnan kannalta tärkeänä. Kysyttäessä laitoksen hyviä puolia useat käyttäjät kehuivat hyvää työilmapiiriä. Tähän vaikuttavat laitoksen johtamistapa ja käyttäjien mahdollisuus osallistua laitoksen kehittämiseen. Työviihtyvyyteen vaikutti myös toimivat työ-, sosiaali-, verstaas- ja varastotilat. Työtilojen osalta käyttäjät arvostivat, että tiloja on helppo pitää puhtaana ja niissä on tehokas ilmanvaihto. Yksi laitos koki, että heidän laitoksensa arkkitehtuuri lisäsi työviihtyvyyttä.

Henkilökunnalla, sekä johdolla että käyttäjillä, oli hyvät mahdollisuudet kouluttautua ja henkilökuntaa kannustettiin siihen. Kaikki eivät kiinnostuneet koulutuksesta, koska siitä ei koettu olevan hyötyä omaan työhön; siksi laitosten koulutustarpeet tulisikin selvittää. Työn kannalta hyödyllisimpinä koulutustilaisuuksina pidettiin laitosten välisiä laitosvierailuja ja näitä haluttaisiin kehittää siten, että vierailulla pääsisi tutustumaan tarkemmin laitoksen arkeen ja työtapoihin. Kahdella laitoksella oli käyttötukisopimus suunnittelijan

kanssa ja sen koettiin nostavan laitoksen käytön ammattitaitoa ja palvelu kehittyi jatkuvasti laitoksen tarpeiden mukaan.

6.4 Suunnittelun hyviä käytäntöjä

Tutkimuksen yhtenä päätavoitteena oli koota suunnittelun ja toteutuksen hyviä käytäntöjä. Näitä käytäntöjä on koottu taulukkoon 5. Käytännöt ovat jaettu yleisiin, laitoksen ja suunnittelijan suunnittelun, laitoksen suunnitteluttamisen, suunnitteluvaiheen sekä toteutukseen liittyviin käytäntöihin

Taulukko 5: Tutkimushankkeen haastatteluissa ja seminaarissa esitettyjä suunnittelun ja toteutuksen hyviä käytäntöjä.

SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN HYVIÄ KÄYTÄNTÖJÄ	
Yleisiä käytäntöjä	<ul style="list-style-type: none"> Laitoksella ja suunnittelijalla on yhteiset tavoitteet, myös molemmissa organisaatioissa sisäisesti Suunnittelukäytännöt eivät perustu oletuksiin, vaan toimintatavat käydään läpi aloituskokouksessa Hankkeen päätöksenteko on oikea-aikaista ja perusteltua Hankkeen eri osapuolten roolit, tehtävät ja vastuut on määritelty yksiselitteisesti ja niiden mukaan toimitaan koko hankkeen ajan
Suunnitteluttaminen	<ul style="list-style-type: none"> Laitoksella on sisäisesti yhteiset tavoitteet ja kriteerit suunnitteluhankkeelle Tarjouspyynnössä on kattavat tiedot hankkeesta, suunnittelutyön sisällöstä, yksiselitteiset vertailukriteerit ja pisteytysperusteet. Tarvittaessa laitos hankkii lisäapua tarjouspyynnön laatimiseen Laitos kartoittaa oman osaamisensa ja ajankäyttönsä realistisesti, ja tarvittaessa hankkii lisäresursseja suunnitteluttamiseen Laitoksella keskustellaan, ketkä osallistuvat hankkeeseen ja mitkä ovat heidän tehtävänsä ja vastuunsa hankkeessa Laitos pohtii, miten laitoksen käytettävyyttä huomioidaan suunnittelussa: käyttäjät mukana suunnitteluryhmässä, käyttäjien ja suunnittelijoiden käytettävyysspalaverit, sisäiset suunnitelmakatselmuksot käytön kanssa Laitos kokoaa ja toimittaa lähtötiedot suunnittelijalle hyvissä ajoin ennen aloituskokousta Aloituskokouksessa sovitaan suunnittelukäytännöistä suunnittelijan kanssa: tiedonkulku, kokouskäytännöt, aikataulu, laadunvarmistus Suunnittelija pidetään mukana hankkeessa myös rakentamisen aikana ja käyttöönotossa
Suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> Lähtötietopyyntö lähetetään hyvissä ajoin ennen aloituskokousta Hankkeen tavoitteet ja kriteerit sovitaan yhdessä laitoksen kanssa Aloituskokouksessa sovitaan suunnittelukäytännöistä laitoksen kanssa: tiedonkulku, kokouskäytännöt, aikataulu, laadunvarmistus Suunnitteluryhmä sopii koordinoinnista: tehtäväjako, aikataulu, välitavoitteet, sisäiset kokoukset, tiedonkulku Suunnittelija määrittelee hankkeen laadunvarmistuskäytännöt Suunnittelija valmistautuu suunnittelukokouksiin huolella: suunnitelmat lähetetään ajoissa laitokselle luettavaksi, suunnitteluratkaisut ovat perusteltuja Suunnittelija selvittää laitoksen käytön aikaisen toiminnan kriteerit: suunnittelija käy riittävän usein tutustumassa kohteeseen, haastattelee käyttäjiä, pitää käytettävyysspalavereita käyttäjien kanssa Rakentamisen aikaiseen suunnitteluun varataan riittävästi resursseja
Toteutus ja käyttö	<ul style="list-style-type: none"> Hankkeen lopuksi pidetään yhteinen laatupalaveri, jossa on mukana laitos, suunnittelija, urakoitsija ja päälaitetoimittajat Laitosten toteutuksessa huomioidaan huolto- ja kunnossapitotyöt: laitteiden ympärillä riittävästi tilaa, nostimet kohdallaan, tiloissa hyvä ilmanvaihto, tilat ovat helppo pitää puhtaina, riittävät verastilat Laitostilat ovat turvalliset: tukevat kaiteet ja tikkaat, laitteiden sijoitus ei aiheuta huoltotoissa työturvallisuusriskiä, huoltokäytävät ovat esteettömät, liukastumis- ja kompastumisriskit huomioitu Laitoksen suunnittelussa huomioidaan mahdolliset muutostarpeet: laitoksella laajennusvarausta, laitostiloissa tilaa muutostöille, laitoksen prosessille on erilaisia ajotapamahdollisuuksia Laitoksella hankintaan operoinnin tueksi tarvittaessa ohjeistusta, koulutusta tai ulkopuolista käyttötukipalvelua

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää haastattelemalla jätevedenpuhdistamoiden henkilökuntaa, miten suunnitteluratkaisut vaikuttavat laitoksella työskentelyyn ja toimintaan sekä miten suunnittelijat ottavat huomioon laitoksen käytettävyyden suunnittelussa. Työn toisena päätavoitteena oli saada aikaan keskustelua suunnittelijoiden ja laitosten välillä suunnitteluhankkeiden kehittämiseksi.

Tutkimuksen lähtöoletuksena oli, että laitosten suunnittelun taso on prosessiteknisesti korkea ja laitokset täyttävät niille asetetut lupamääräykset. Tutkimuksessa mukana olleet kymmenen puhdistamoa täyttivät nämä kriteerit. Tutkimuksen oletusta tuki, että henkilökunta oli tyytyväinen prosessi- ja automaatiosuunnitteluun, mutta sen sijaan laitosten käytettävyyteen liittyen oli kritiikkiä.

Käytettävyyden huomioimiseen suunnittelussa vaikuttaa useita eri tekijöitä, mutta taustalla on kuitenkin haastatteluissa esiin noussut ristiriita laitosten odotusten ja suunnittelun hintakilpailun välillä. Hankkeiden hintakilpailu on johtanut siihen, että suunnitelmat täyttävät niille annetut kriteerit, mutta suunnittelussa ei ole mahdollisuuksia tehdä yksityiskohtaisempaa tarkastelua. Puhdistamot haluaisivat, että suunnittelija kävisi laitoksilla useammin, erityisesti saneerauskohteissa, jolloin he voisivat tarkistaa paikan päällä suunnitteluratkaisut. Mikäli hankkeessa on tiukka kokousbudjetti, ei hankkeessa ole mahdollisuutta lisäkäynteihin. Suunnittelijat määrittelevät työnsä asiakaspalveluksi ja useimmat haluavat toteuttaa hankkeen laitoksen ehdoilla. Tällöin tulee voida keskustella suunnitteluun liittyvistä odotuksista ja täydentää toimeksiantoa, jos suunnittelussa halutaan keskittyä muuhunkin kuin prosessitekniisiin ratkaisuihin.

Jotta laitosten suunnittelussa huomioitaisiin käytettävyyttä enemmän, sen tulee olla yksi suunnittelun lähtökohta. Suunnittelijan ei tarvitse olla käytön asiantuntija, koska laitoksen käyttöhenkilökunta tuntee laitoksen käytön vaatimukset. Hankkeissa, joissa käytön edustus oli otettu hankkeen valmistelusta lähtien mukaan, käyttäjät olivat tyytyväisimpiä suunnitteluratkaisuihin. Näissä kohteissa käytön edustajat saivat myös suunnittelun ajalta korotettua palkkaa, millä laitoksen johto osoitti heidän tehtävän tärkeyden konkreettisesti. Suunnittelijat kokevat saavansa aktiivisilta käyttäjiltä hyviä näkökulmia suunnitteluun ja haastattelevat mielellään käyttäjiä. Laitoksen johdon tulee nähdä käytettävyys tärkeänä tekijänä ja määritellä, miten käytön kokemusta hyödynnetään suunnittelussa. Eri laitoksilla voi olla erilaisia tapoja hyödyntää käyttöhenkilökunnan kokemusta: käyttäjät ovat mukana suunnittelussa, laitoksella käydään sisäisesti käytön kanssa suunnitelmat läpi, suunnittelijat ja käyttäjät pitävät käyttökatselmuksia tai suunnittelijat haastattelevat laitoksen käyttöhenkilökuntaa. Suunnittelijan tulee voida ottaa myös vastaan laitoksen näkemykset

ja huomioida ne suunnittelussa. Haastattelutulosten perusteella onnistuneimmissa hankkeissa pystyttiin hyödyntämään sekä suunnittelijan kokemus erilaisista teknisistä ratkaisuista että laitoksen henkilökunnan käyttökokemus.

Puhdistustuloksen kannalta myös käytävyydellä on merkitystä pitkällä aikavälillä. Helposti huollettavissa laitoksissa huolto- ja kunnossapitotyöt tehtiin ajallaan. Työntekijät ovat motivoituneita kehittämään laitoksen toimintaa sekä, pitämään laitteet ja tilat kunnossa puhdistamoilla, joilla tilat on suunniteltu käyttöhenkilökunnan ehdoilla. Lisäksi näillä laitoksilla muutostyöt oli helpompi suorittaa verrattuna ahtaisiin ja sokkeloihin tiloihin. Käytettävyys vaikuttaa myös laitoksen kustannuksiin, koska huolto- ja kunnossapitotöihin kuluu vähemmän aikaa ja laitteet huolletaan säännöllisesti, jolloin myös niiden käyttöikä pitenee.

Suunnitteluhankkeiden onnistumisessa on teknisten ratkaisujen lisäksi tärkeässä asemassa hankkeen valmisteluvaihe. Tulokseen vaikuttavat, miten hyvin laitos tunnistaa omat resurssit ja osaamisensa, mitä tekijöitä suunnittelun tarjouspyynnössä on painotettu ja miten hyvin hanke on määritelty. Laitoksen ja suunnittelijan välinen henkilökemia, tiedonkulku, keskustelun avoimuus, kyky käsitellä ristiriitatilanteita, hankkeen päätöksenteon ajantasaisuus ja koordinointi ovat tekijöitä, joilla on vaikutusta hankkeen onnistumiseen. Laitokset, joiden henkilökunnalla on monipuolinen työhistoria, oli paremmat valmiudet suunnitteluttamiseen kuin laitokset, joilla ei ollut kokemusta projektitoiminnasta. Henkilökunnan aikaisempien työurien kautta laitoksille oli saatu osaamista muun muassa projektitoiminnasta, rakennuttamisesta, kilpailutuksesta ja sopimustekniikasta. Toisaalta laitokset, jotka tunnistivat hyvin oman osaamisensa ja ajankäytön sekä resurssiensa väjävaikeudet, hankkivat ulkopuolista asiantuntija-apua. Haastatteluissa oli mukana myös laitoksia, joilla johto oli vastannut yksin suunnitteluttamisesta. Näillä laitoksilla johtajan jäädessä eläkkeelle tai vaihtaessa työpaikkaa, kaikki tieto suunnitteluajasta ja jopa suunnitteluasiakirjojen sijainnista oli hävinnyt. Laitoksilla tulee jakaa tietoa koko organisaatiolla tärkeimpien dokumenttien sijainnista eikä suunnitteluvaihe saa olla yhden henkilön projekti.

Laitoksen ja käytön tarpeet tulisi ottaa huomioon muissakin laitoksen toimintaan ja kehittämiseen liittyvissä asioissa kuten koulutuksessa, ohjeistuksessa ja toimintatapojen kehittämisessä. Laitoksilla on tarve koulutukselle, joka olisi räätälöity laitoksen käyttöhenkilökunnan tarpeisiin. Laitoksen johto- ja esimiestasolle on tullut uusia koulutusmahdollisuuksia, jotka vastaavat heidän tarpeita. Käyttöhenkilökuntaa varten koulutuksen tulisi olla toiminnallisempaa ja keskustelevampaa sisältäen esimerkiksi käytännön työharjoituksia tai ryhmätöitä. Laitokset voivat itsekin kehittää omaa ammattitaitoa järjestämällä

laitosvierailuja, joissa pääsisi tutustumaan laitoksen normaaliarkeen. Haastatteluissa esitettiin ajatus ”työharjoitteluvierailusta”. Sama käyttöhenkilökunnan tarpeiden huomioiminen koskee myös käyttöönottokoulutusta, joka luonteensa vuoksi tulisi olla käyttöhenkilökunnalle suunnattua. Käyttöönottokoulutuksen muuttaminen kaksivaiheiseksi, yleisesittely ja yksityiskohtainen koulutus, nähtiin motivoivan käyttäjiä osallistumaan koulutukseen aktiivisemmin. Koulutusten välissä käyttäjät tutustuisivat uuteen prosessiin ja koulutuksessa käytäisiin läpi tarkemmin tutustumisen aikana nousseet koulutustarpeet.

Laitosten toimintatavoissa ja hierarkiassa on suuria eroja. Osalla laitoksia ilmapiiri on avoin ja laitoksen kehittämiseen osallistuvat laitoshenkilökuntaa organisaation eri tasoilta. Toisilla laitoksilla toiminta on hyvin tiukasti sidonnaista henkilöiden työtehtäviin ja johdolla on vahva rooli laitoksen kehittämisessä. Laitokset, joilla käytettävyyks oli otettu huomioon suunnittelussa ja toiminnassa, on käyttäjillä merkittävä rooli laitoksen kehittämisessä. Niillä käyttäjät ovat itse laatineet käyttöohjeita, selvittäneet laitehankintoja, kehittäneet kunnossapitoa ja osallistuvat mielellään laitoksen kehittämiseen. Tällöin laitosten johdon rooli on ohjata laitoksen toimintaa ja toimia päätöksentekijänä. Nämä laitokset ovat myös saaneet rekrytoitua osaavaa ja ammattitaitoista henkilöstä.

Suunnitteluhanketta voidaan pitää onnistuneena kaikkien eri osapuolten kannalta, jos suunnitelmat ovat syntyneet nopeasti ja laadukkaasti, ratkaisut ovat olleet edullisia toteuttaa, laitos on helposti huollettava ja operoitava sekä muutettavissa ja laajennettavissa tulevaisuuden tarpeisiin. Nämä tavoitteet ovat kaikki hyviä, mutta eivät toteudu useinkaan samassa hankkeessa, koska ne ovat keskenään ristiriitaisia. Halvalla ja nopeasti saadaan harvoin laitosta, jossa on voitu huomioida teknisten ratkaisujen lisäksi laitoksen käytettävyyks. Hankkeista voitaisiin oppia paljon laitoksen käyttöönoton jälkeisissä laatupalaverissa, joissa laitos, suunnittelija ja urakoitsija kävisivät hankkeen toteutuksen läpi laitoksen johdolla. Tutkittavista laitoksista vain yhdellä laitoksella oli tapana järjestää hankkeen jälkeen laatupalaveri.

Jätevedenpuhdistamoiden rakennuttaminen ja operointi vaatii monipuolista osaamista aina suunnittelun hankinnasta laitoksen käyttöön ja kunnossapitoon asti. Suunnittelijan ja laitoksen yhteistyöllä yhdistetään käyttäjien käytettävyystieto sekä suunnittelijoiden kokemus muilta laitoksilta. Lisäämällä vuorovaikutukseen vielä urakoitsija ja laitetoimittaja kehitetään monipuolista tietämystä laitoksen pitkäaikaiselle lupamääräykselle täyttävälle ja tehokkaalle käytölle.

LÄHTEET: KIRJALLISUUS

- ATV-DVWK, 2000. *Standard ATV-DVWK-A 131E. dimensioning of single-stage activated sludge plants*. German Association of water, wastewater and waste ISBN 978-3-935669-96-2.
- BELIA, E., AMERLINCK, Y., BENEDETTI, L., JOHNSON, B., SIN, G., VANROLLEGHEM, P.A., GERNAEY, K.V., GILLOT, S., NEUMANN, M.B., RIEGER, L., SHAW, A. ja VILLEZ, K., 2009. Wastewater treatment modelling: Dealing with uncertainties. *Water Science & Technology*, vol. 60, no. 8, ss. 1929-1941 ISSN 0273-1223, 0273-1223.
- BÖRJESON, L., HÖJER, M., DREBORG, K., EKVALL, T. ja FINNVEDEN, G., 2006. Scenario types and techniques: Towards a user's guide. *Futures*, vol. 38, no. 7, ss. 723-739.
- BUNN, D.W. ja SALO, A.A., 1993. Forecasting with scenarios. *European Journal of Operational Research*, vol. 68, no. 3, ss. 291-303.
- DOMINGUEZ, D., B. TRUFFER ja W. GUJER. WWTPs for the future - Assessing required flexibility 10th IWA Specialized Conference "Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants". Vienna, Austria, 2007.
- DOMINGUEZ, D., B. TRUFFER ja W. GUJER. Driving forces in the long range development of wastewater treatment plants 3rd Biennial meeting of the International Environmental Modelling and Software Society. Vermont, USA, 2006.
- DOMINGUEZ, D. ja GUJER, W., 2006. Evolution of a wastewater treatment plant challenges traditional design concepts. *Water Research*, vol. 40, no. 7, ss. 1389-1396.
- GUJER, W., 2011. Is modeling of biological wastewater treatment a mature technology?. *Water Science and Technology*, vol. 63, no. 8, ss. 1739-1743.
- HAHTO, M., 2005. *Vesihuollon toimintaympäristön tulevaisuus: Luovien muutosten virrassa*. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus ISBN 952-11-2089-4 (nid.).
- HIRSJÄRVI, S. ja HURME, H., 2008. *Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press ISBN 978-952-495-073-2 (nid.).
- HUKKA, J.J. ja KATKO, S.T., 2007. *Vesihuollon haavoittuvuus, kunnallisan kehittämissäätöön tutkimusjulkaisut, nro 58*. Kunnallisan kehittämissäätö KAKS ISBN 1235-6956.
- IWA, 2003. *Wastewater treatment plant design*. P.A. VESILIND ed., ISBN 1-57278-252-8.
- KAATRA, K., 2003. Vesihuolto meillä ja muualla. *Vesitalous* [verkkolehti] 4/2003 s. 7-9 [viitattu 1.2.2013].
- KALVE, D., 2012. *Vesihuoltolaitosten strateginen suunnittelu*. Espoo: Diplomityö. Aalto-yliopisto, yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos.
- KAUPUNKINLIITTO, 1980. *Jätevedenpuhdistamoiden suunnittelu, kaupunkiliiton julkaisu B87*. Helsinki: Kaupunkiliitto ISBN 951-759-140-3.

KULMALA, T., 2006. *Vesihuolto muuttuvassa toimintaympäristössä*. Helsinki: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ISBN 952-5000-54-0.

KUNTALIITTO, 2007. *Kunnat ja vesihuolto huomisen suomessa. kuntaliiton kannanotto*. [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2013]. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/tyt/teknoimi/vesihuolto/Documents/Kunnat%20ja%20vesihuolto%20huomisen%20Suomessa.pdf>.

LAMMILA, J., RYYNÄNEN, A. ja YLI-SIURU, S., 2008. *Lounais-suomen vesihuollon kehittämissuunnitelman 2020 välitarkastelu ja kehittämisohjelma 2007-2012. lounais-suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2008*. Turku: Lounais-Suomen ympäristökeskus ISBN 978-952-11-3176-9 (nid.).

METCALF & EDDY INC., 2003. *Wastewater engineering: Treatment and reuse*. 4th ed. / revised by George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel. ed. Boston: McGraw-Hill ISBN 0-07-041878-0.

PIETILÄ, P., KATKO, T. ja KURKI, V., 2010. *Vesi kuntayhteistyön voiteluaineena*. Helsinki: Kunnallisan alan kehittämissäätiö ISBN 978-952-5801-23-1 (nid.).

PIIPPO, R., 2006. Vesilaitostoiminta muutosten kentässä. *Vesitalous* [verkkolehti] 6/2006 s. 66-67 [viitattu 1.2.2013].

PIRKANMAAN YMPÄRISTÖKESKUS, 2008. *Kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma - hyviä suunnittelukäytäntöjä. Ympäristöopas 2008*. Helsinki: Pirkanmaan ympäristökeskus ISBN 978-952-11-3006-9.

RIL 124-1, 2003. *Vesihuolto. 1*. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto ISBN 951-758-431-8.

RIL 124-2, 2004. *Vesihuolto 2*. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto ISBN 951-758-438-5.

RINGLAND, G., 2006. *Scenario planning: Managing for the future*. 2nd ed. ed. Hoboken, N.J: Wiley ISBN 9780470018811.

ROUTIO, P., 2005. *TUTKIMUSMENETELMÄT/empiirisen tutkimuksen perusratkaisut/empiirisen aineiston kerääminen/kyselevät tutkimustavat* [verkkosivu] taideteollinen korkeakoulu. Virtuaaliyliopisto. [viitattu 1.2.2013]. Saatavissa: http://www.uiah.fi/virtu/materiaalit/tuotetiede/html_files/1364_emiir.html#teemahaa s.

VANROLLEGHEM, P.A., JEPSSON, U., CARSTENSEN, J., CARLSSON, B. ja OLSSON, G., 1996. *Integration of wastewater treatment plant design and operation - A systematic approach using cost functions*.

VESIHUOLTOLAKI 9.2.2001/119. *Suomen laki* [online] [viitattu 1.2.2013]. Saatavissa: <http://www.edilex.fi>.

VIENTONEN, S., RINTALA, J., ORVOMAA, M., SANTALA, E. ja MAUNULA, M., 2012. *Ilmastomuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. suomen ympäristö 24/2012*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus ISBN 978-952-11-4045-7 (nid.).

VILPAS, R., 2012. *Suomen ympäristökeskus. SYKE auditorio laulujoutsen, helsinki. vesihuollon kehittämispäivät. puhdistamo-BAT*. [verkkomateriaali] esitys. 24.10.2012. [viitattu 23.11.2012]. Saatavissa: https://syke.etapahtuma.fi/eTaika_Tiedostot/2/TapahtumanTiedostot/661/Puhdistamo-BAT.pdf.

WACK, W., 1985. Scenarios: Uncharted waters ahead. *Harward Business Review*, vol. September-October, no. September-October, ss. 72-89.

WEF, 2010a. *Design of municipal wastewater treatment plants. [volume 1], [planning and configuration of wastewater treatment plants]*. 5th ed. ed. Alexandria, (Va.): WEF Press ISBN 978-0-07-166359-5 (sid.).

WEF, 2010b. *Design of municipal wastewater treatment plants. [volume 2], [liquid treatment processes]*. 5th ed. ed. Alexandria, (Va.): WEF Press ISBN 978-0-07-166360-1 (sid.).

WEF, 2010c. *Design of municipal wastewater treatment plants. [volume 3], [solids processes and management]*. 5th ed. ed. Alexandria, (Va.): WEF Press ISBN 978-0-07-166361-8 (sid.).

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, 2006. *Työsuojelu vesi- ja ympäristönäytteenotossa*. [verkkodokumentti] ympäristöhallinnon ohjeita 6 / 2006 [viitattu 14.1.2013]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=60900&lan=fi>.

LIITELUETTELO

Liite 1: Jätevedenpuhdistamoiden yksikköprosessit

Liite 2: Jätevedenpuhdistamojen haastatteluun osallistuneet

Liite 3: Suunnittelutoimistojen haastatteluun osallistuneet

Liite 4: Seminaarin 14.11.2012 ohjelma

Liite 5: Seminaarin 14.11.2012 osallistujat

Liite 1: Jätevedenpuhdistamoiden yksikköprosessit

Karjaa-Pohjan jätevedenpuhdistamo, Raaseporin Vesi



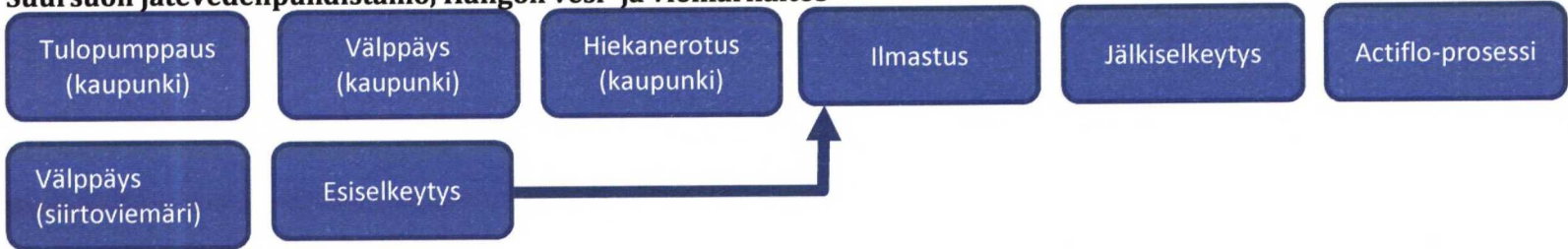
Hopeakivenlahden jätevedenpuhdistamo, Kokkolan Vesi



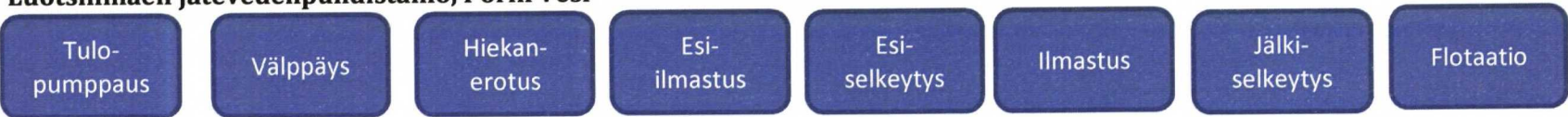
Kariniemen jätevedenpuhdistamo, Lahti Aqua Oy



Suursuon jätevedenpuhdistamo, Hangon vesi- ja viemärilaitos



Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo, Porin Vesi



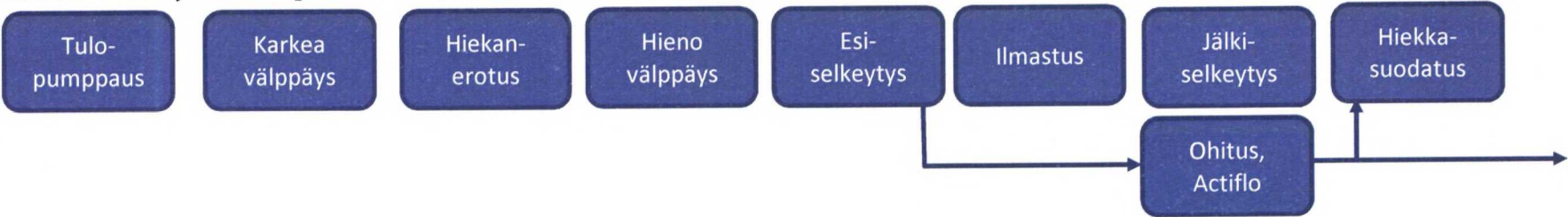
Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Vakka-Suomen Vesi Oy



Mussalon jätevedenpuhdistamo, Kymen Vesi Oy



Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo, Turun Seudun Puhdistamo Oy



Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoon vesi



Lempäälän jätevedenpuhdistamo, Lempäälän kunnan vesihuoltolaitos



Liite 2: Jätevedenpuhdistamojen haastatteluun osallistuneet

Karjaa-Pohjan jätevedenpuhdistamo, Raaseporin Vesi 14.8.2012

- Käyttöpäällikkö Guy Westerholm (haastattelu)
- Vastaava puhdistamonhoitaja Esko Lehtimäki (haastattelu ja laitoskäynti)
- Puhdistamonhoitaja Kauko Lehto (haastattelu ja laitoskäynti)

Hopeakivenlahden jätevedenpuhdistamo, Kokkolan Vesi 23.8.2012

- Vesilaitosjohtaja Esa Jokela (haastattelu)
- Käyttöpäällikkö Lauri Risto (haastattelu)
- Käyttöinsinööri Ville Sydänmetsä (haastattelu ja laitoskäynti)

Kariniemen jätevedenpuhdistamo, Lahti Aqua Oy 28.8.2012

- Tekninen johtaja Jouni Lillman Lahti Aqua Oy (haastattelussa suunnittelu & rakennuttaminen osuus)
- Toimitusjohtaja Hannu Mustonen Aqua Palvelu Oy (haastattelu)
- Prosessipäällikkö Janne Mäki-Petäjä, Aqua Palvelu Oy (haastattelu ja laitoskäynti)
- Kehitysinsinööri Anni Meiseri, Aqua Palvelu Oy (haastattelu ja laitoskäynti)

Suursuon jätevedenpuhdistamo, Hangon vesi- ja viemärilaitos 6.9.2012

- Osastopäällikkö Sanna Varjus (haastattelu ja laitoskäynnin alku)
- Käyttömestari Jan Lindqvist (haastattelu ja laitoskäynti)
- Puhdistamonhoitaja Juhan Berglund (laitoskäynti)
- Puhdistamonhoitaja Christer Lindholm (laitoskäynti)

Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo, Porin Vesi 10.9.2012

- Projekti-insinööri Ismo Lindfros (haastattelu ja laitoskäynti)
- Käyttöinsinööri Merita Pajunen (haastattelu ja laitoskäynti)

Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Vakka-Suomen Vesi Oy 11.9.2012

- Vesihuoltopäällikkö Kyösti Hallikainen (haastattelu)
- Puhdistamonhoitaja Matti Piironen (haastattelu ja laitoskäynti)

Mussalon jätevedenpuhdistamo, Kymen Vesi Oy 20.9.2012

- Käyttöpäällikkö Kaisu Albeni (haastattelu)
- Käyttömestari Jarmo Hoikkala (osan aikaa haastattelu ja osan aikaa laitospäätös)
- Laitosteknikko Ritva Huusko-Helminen (haastattelu)
- Laitosmies Tapio Sakkara (haastattelu ja laitospäätös)
- Laitosmies Panu Räsänen (haastattelu ja laitospäätös)
- Laitosmies Jani Hyttinen (haastattelu ja laitospäätös)
- Toimitusjohtaja Tapani Eskola (puhelinhaastattelu 26.9.2012)

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo, Turun Seudun Puhdistamo Oy 27.9.2012

- Toimitusjohtaja Timo Anttila (haastattelu klo 9:30-11)
- Tuotantopäällikkö Mirva Levomäki (haastattelu klo 9:30-11)
- Toimistopäällikkö Jere Anttila (haastattelu klo 9:30-11)
- Koneinsinööri Jarno Arfman (haastattelu klo 11-12:15)
- Automaatiopäällikkö Jyrki Haapasaari (haastattelu klo 11-12:15)
- Käyttömestari/sähkökäytön johtaja Esa Malmikare (haastattelu klo 11-12:15)
- Laatuinsinööri Jarkko Laanti (haastattelu klo 11-12:15)
- Käyttömestari Juha Nurmi (haastattelu klo 13-14)
- Käyttömestari Kaarlo Merikallio (haastattelu ja laitospäätös 13-15:30)
- Käyttömestari Mika Mäkilä (haastattelu ja laitospäätös 13-15:30)

Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoon vesi 9.10.2012

- Käyttötekniikko Henry Åkerman (haastattelu ja laitospäätös)
- Prosessi-insinööri Laura Taimioja (haastattelu ja laitospäätös)
- Puhdistamonhoitaja Sune Broman (haastattelu ja laitospäätös)

Lempäälän kunnan vesihuoltolaitos, Lempäälän jätevedenpuhdistamo 30.10.2012

- Vesihuoltopäällikkö Lasse Sampakoski (haastattelu ja osan aikaa laitospäätös)
- Laitosmies Mikko Valo (haastattelu)
- Laitosmies Mikko Kantola (laitospäätös)
- Janne Järvinen (puhelinhaastattelu 6.11.2012)

Liite 3: Suunnittelutoimistojen haastatteluun osallistuneet

Pöyry Finland Oy 8.6.2012

- Projektipäällikkö Sami Nieminen, koneisto- ja putkistosuunnittelu
- Projekti-insinööri Jussi Mäenpää, koneistosuunnittelu
- Projekti-insinööri Tero Koivisto, layout-suunnittelu
- Laitossuunnittelija Toni Lehto, koneisto- ja putkistosuunnittelu

Yksittäiset haastattelut Pöyry Finland Oy

- 21.9.2012 vanhempi sähkösuunnittelija Kim Turkia, SIA-tiiminvetäjä
- 5.11.2012 johtava asiantuntija Kristian Sahlstedt, prosessitiiminvetäjä

FCG Finnish Consulting Group Oy 19.9.2012

- Toimialajohtaja Kalle Kiisto, laitossuunnittelu
- Suunnittelupäällikkö Jarmo Antikainen, automaatiosuunnittelu
- Projektipäällikkö Tapio Loukonen, sähkösuunnittelu
- Suunnittelupäällikkö Kim Fredriksson, LVIA
- Toimialajohtaja Kari Lomperi, rakennesuunnittelu
- Projektipäällikkö Petri Poikonen, koneisto- ja putkistosuunnittelu

Ramboll Finland Oy, 10.10.2012

- Niko Rissanen, Johtava asiantuntija Vesi ja ympäristö / Vesihuolto

Liite 4: Seminaarin 14.11.2012 ohjelma



OHJELMA

SEMINAARI

JÄTEVEDENPUHDISTAMOT - SUUNNITTELU, TOTEUTUS, TOIMINTA

Keskiviikkona 14. marraskuuta, klo 9:30 - 16:00, Aalto-yliopisto, Design Factory, Betonimiehenkuja 5 C, Otaniemi, Espoo

AAMUPÄIVÄ

- 9:30 Aamukahvi
10:00 Seminaarin avaus
10:15 Teema 1

Teema 1: Laitosten käyttö ja suunnittelu

Suunnitteluttamisen perusteet huomioiden energian kulutus
Mari Heinonen, HSY

Kunnossapidon organisointi - ohjeet ja työkierto
Janne Mäki-Petäjä, Aqua Palvelu Oy

Ulkopuoliset palveluntuottajat laitoksen arjessa
Mirva Levomäki, Turun Seudun Puhdistamo Oy

- 11:00 Teema 2

Teema 2: Laitoksen ja suunnittelun roolit suunnittelussa

Rakennuttajan sekä suunnittelijan roolit hankkeiden toteutuksessa, Timo Kulmala, Veela Oy

Laitoksen omat resurssit - lisäresurssien hankkiminen suunnitteluttamiseen
Tapani Eskola, Kymen Vesi Oy

Suunnittelijan kokemuksia
Johanna Sahlstedt, Pöyry Finland Oy

- 12:00 Lounas
Antell-ravintola, Aalto-yliopisto
Lämpömiehenkuja 2

ILTAPÄIVÄ

- 13:00 Teema 3

Teema 3: Käyttötuki

Käyttötukipalvelut
Ari Niemelä/Anna Kuokkanen, FCG Oy

Täydennyspuheenvuoro
Niko Rissanen, Ramboll Finland Oy

Käyttötuen tarve laitoksen eri vaiheissa
Laura Taimioja, Porvoon vesi

- 13:30 Ryhmätyöskentely & kahvi

- 14:30 Ryhmätyöskentelyn purku ja diplomityön haastattelujen tulokset

- 15:45 Tilaisuuden päätös
Riku Vahala Aalto-yliopisto



TERVETULOA SEMINAARIIN!



Porin Vesi



KOKKOLAN VESI
KARLEBY VATTEN

Hangon vesi- ja viemärlaitos

Lempäälän kunnan vesihoitolaitos



Turun seudun
puhdistamo Oy

Porvoon vesi Borgå vatten



VAKKA-SUOMEN VESI
LIIKELAITOS



RASEBORGS VATTEN
RAASEPORIN VESI

Liite 5: Seminaarin 14.11.2012 osallistujat

1 Albeni	Kaisu	Kymen Vesi Oy
2 Arfman	Jarno	Turun Seudun Puhdistamo Oy
3 Ekholm	Heidi	Aalto-yliopisto
4 Eskola	Tapani	Kymen Vesi Oy
5 Haimi	Henri	Aalto-yliopisto
6 Hallikainen	Kyösti	Vakka-Suomen Vesi Oy
7 Heinonen	Mari	Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY
8 Huusko-Helminen	Ritva	Kymen Vesi Oy
9 Järvinen	Janne	Lempäälän kunta
10 Klemetti	Reetta	Finnish Consulting Group FCG Oy
11 Koivisto	Tero	Pöyry Finland Oy
12 Korhonen	Pertti	Aquaflow Oy
13 Kulmala	Timo	Veela Oy
14 Laurell	Panu	Aalto-yliopisto
15 Levomäki	Mirva	Turun Seudun Puhdistamo Oy
16 Lindell	Paula	Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY
17 Malmikare	Esa	Turun Seudun Puhdistamo Oy
18 Meiseri	Anni	Lahti Aqua Palvelut Oy
19 Merikallio	Kaarlo	Turun Seudun Puhdistamo Oy
20 Mustonen	Hannu	Lahti Aqua Palvelut Oy
21 Mäki-Petäjä	Janne	Lahti Aqua Palvelut Oy
22 Niemelä	Ari	Finnish Consulting Group FCG Oy
23 Niemi	Matias	Porvoon vesi
24 Nieminen	Sami	Pöyry Finland Oy
25 Nieminen	Jenni	Suomen ympäristökeskus SYKE
26 Piironen	Matti	Vakka-Suomen Vesi Oy
27 Rantanen	Pirjo	Aalto-yliopisto
28 Riska	Mats	Aalto-yliopisto
29 Rissanen	Niko	Ramboll Finland Oy
30 Sahlstedt	Johanna	Pöyry Finland Oy
31 Sampakoski	Lasse	Lempäälän kunta
32 Taimioja	Laura	Porvoon vesi
33 Turkia	Kim	Pöyry Finland Oy
34 Törnroos	Tom	Raaseporin Vesi
35 Vahala	Riku	Aalto-yliopisto
36 Westerholm	Guy	Raaseporin Vesi
37 Yli-Kuivila	Jukka	Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY
38 Åkerman	Jani	Lahti Aqua Palvelut Oy